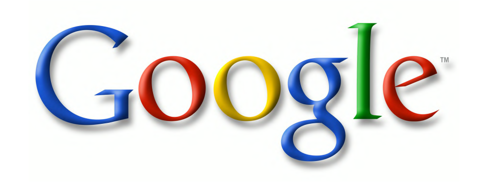
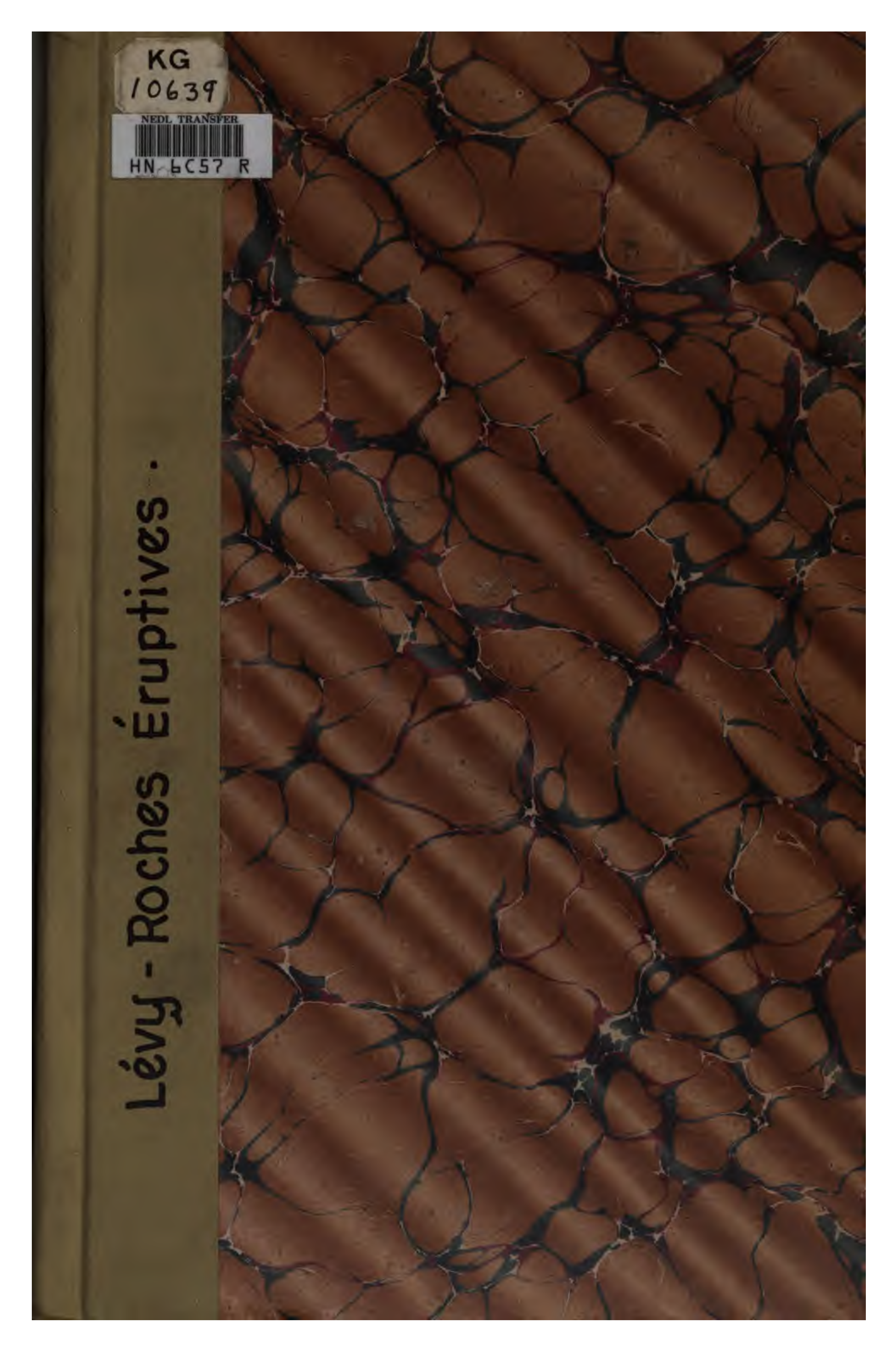
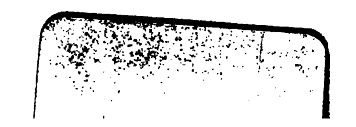



KG
10639
NEDL TRANSFER
HN 6C57 R
Lévy - Roches Éruptives.



76 —

STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES

PAR

A. MICHEL LEVY

Ingénieur en chef des Mines,
Directeur du Service de la Carte géologique détaillée de la France.

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

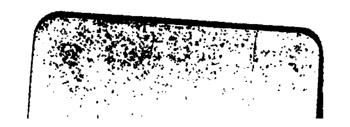
—

1889

STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES



STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES

PAR

A. MICHEL LÉVY

Ingénieur en chef des Mines,
Directeur du Service de la Carte géologique détaillée de la France.

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

1889

STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES

PAR

A. MICHEL LÉVY
Ingénieur en chef des Mines,
Directeur du Service de la Carte géologique détaillée de la France.

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DES DOMINICAINS, 7

1889

STRUCTURES ET CLASSIFICATION

DES

ROCHES ÉRUPTIVES

CHAPITRE PREMIER

Considérations générales sur le point de départ des classifications.

Depuis quelques années, la science des roches éruptives, tout en continuant à s'enrichir de nombreux travaux de détail, paraît entrer dans une phase synthétique; il semble qu'après le long chemin parcouru depuis une quinzaine d'années, les géologues et les pétrographes éprouvent le besoin de classer les documents recueillis par l'application des nouvelles méthodes micrographiques, et de jeter un coup d'œil en arrière.

Les synthèses, opérées dans les premiers temps qui suivent la découverte d'un nouveau et puissant moyen d'investigation, sont en général plus audacieuses ; elles prennent un vol plus hardi et parfois plus fécond ; elles ont, en tout cas, le mérite incontestable d'inspirer de nouveaux travaux et d'encourager les chercheurs à suivre des voies encore inexplorées. Les synthèses plus tardives s'appuient sur des documents positifs plus nombreux ; on peut donc espérer qu'elles amènent à la connaissance de lois moins hypothétiques; mais ces lois perdent en simplicité ce qu'elles gagnent en exactitude.

J'ai personnellement contribué aux premiers travaux synthétiques sur la structure microscopique des roches, et j'ai cherché

à appliquer les notions acquises, d'une part à leur classification rationnelle, d'autre part à la détermination de leur succession.

A ce double point de vue, le mémoire de M. Lehmann [1] sur la granulite de Saxe, la nouvelle pétrographie de M. Rosenbusch [2], les notes de M. Le Verrier [3] sur la disposition profonde de l'appareil volcanique, de M. Marcel Bertrand [4] sur la distribution géographique des roches éruptives, soulèvent les questions les plus multiples et les plus intéressantes.

M. Rosenbusch prend pour point de départ exclusif le mode de gisement primitif des roches : il distingue les massifs de profondeur, les roches éruptives en filons, celles d'épanchement. Voici les caractères distinctifs qu'il leur attribue :

Dans les roches de profondeur, c'est-à-dire qui se sont consolidées profondément et dont les soulèvements de montagnes et les érosions postérieures nous permettent seuls de toucher les affleurements, les facteurs de la cristallisation n'ont pas sensiblement varié durant la longue période de consolidation du magma primitivement fondu; chaque minéral s'est épuisé en une seule fois et ne présente pas deux poussées cristallines de faciès distinct. Le magma est *holocristallin*, c'est-à-dire entièrement cristallisé.

Les roches d'épanchement présentent, au contraire, deux périodes de cristallisation distinctes, l'une intratellurique, donnant naissance à de grands cristaux plus ou moins brisés et corrodés par des actions mécaniques et chimiques et ressemblant aux cristaux des roches de profondeur; l'autre, datant de la phase d'épanchement et produisant des cristaux de plus petite taille, parfois mêlés d'un excès de matière amorphe ou vitreuse (magma *hypocristallin*, c'est-à-dire semi-cristallisé).

Avant d'aller plus loin, il me sera permis de faire remarquer que cette première grande subdivision correspond à peu près exactement à nos séries granitoïde et trachytoïde (ou porphyrique);

[1] Lehmann, *das sächsische Granulitgebirge*, Bonn, 1884.

[2] Rosenbusch, *mikr. Physiographie der massigen Gesteine*, 2e édition, Stuttgart, 1887.

[3] Le Verrier, *Bull. Soc. Géol.*, 1888, XVI, 493.

[4] Bertrand, *Bull. Soc. Géol.*, 1888, XVI, 573.

j'ai été le premier à appeler l'attention sur « l'importance « qu'il paraît y avoir à distinguer dans les roches éruptives, « d'une part, les éléments qu'elles apportent sous forme de débris, « d'autre part, le magma cristallisé ou la pâte amorphe, dont les « modifications semblent dater de leur période de consolidation [1] ». « Le plus souvent, les roches amènent des cristaux en débris tout « formés dans les fractures par lesquelles elles s'épanchent [2]. »

Dans notre Minéralogie micrographique, M. Fouqué et moi, nous faisons ressortir [3] l'analogie des deux temps de cristallisation dans la série granitoïde, leur dissemblance dans la série trachytoïde. Enfin, le fait que maint granite n'est pas venu au jour n'avait pas échappé à nos investigations; jai cité notamment le granite du Charollais, celui du Beaujolais [4], etc.

Mais je ne peux accepter les généralisations de M. Rosenbusch, qui me paraissent inexactes et qui comportent tout au moins tant d'exceptions qu'il me paraît impossible de les conserver, même à l'état d'hypothèse.

1° *Les roches granitoïdes ne présentent pas une seule période de cristallisation.* — Elles comportent des cristaux brisés et parfois corrodés, tout comme les roches trachytoïdes ou porphyriques; en outre, les minéraux du second temps de cristallisation sont, le plus souvent, facilement reconnaissables; ils servent de ciment aux précédents et présentent une structure caractéristique. Nous ne connaissons qu'une seule série où les deux temps n'existent pas; c'est celle des granulites saccharoïdes (structure *miarolitique* de M. Rosenbusch), dans lesquelles tous les éléments ont des formes cristallines propres (*idiomorphes, panidiomorphes*) et datent du second temps, le premier faisant à peu près entièrement défaut.

Partout d'ailleurs, le fer oxydulé, l'apatite, le zircon, l'allanite, etc., se présentent en cristaux brisés; dans les granites acides, l'oli-

[1] Michel Lévy, *Structure microscopique des roches... Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 224, 1874.

[2] Michel Lévy, *Divers modes de structure des roches acides... Ann. des Mines*, VIII, 342, 1875.

[3] F. Fouqué et Michel Lévy, *Minéralogie micrographique*, 152, 153, 1879.

[4] Michel Lévy, *Roches éruptives cambriennes du Beaujolais. Bull. Soc. Géol.* 3e série, XI, 275, 277, etc., 1883.

goclase et une partie des cristaux d'orthose sont également brisés, absolument corrodés et mamelonnés, avec fines injections vermiculaires de quartz, au contact des grandes plages d'orthose de seconde consolidation, qui, elles, sont traversées par des veinules de quartz ou d'albite (microperthite de M. Rosenbusch). Cet orthose est moulé par le quartz; mais pour compléter l'analogie avec les roches porphyriques, le quartz lui-même se présente parfois en grains bipyramidés, en partie plus anciens que l'orthose de seconde consolidation. Il n'y a vraiment, entre certains granites et les microgranulites (microgranites de M. Rosenbusch), qu'une différence de grain des éléments de seconde consolidation.

J'ai donné, dès 1874 et 1875, la preuve la plus évidente de ces différents faits [1] et leur confirmation ne pouvait échapper à un observateur aussi sagace que M. Rosenbusch; aussi ne différons-nous que sur l'interprétation : pour lui, les granites sont le plus souvent *miarolitiques;* c'est-à-dire composés d'éléments à formes entièrement cristallines, laissant des vides entre eux, qui sont comblés par un phénomène quasi-secondaire de concrétion, auquel sont dus les orthoses sous forme de microperthite, maintes plages de microcline et même de micropegmatite.

Je me garderai bien d'émettre une opinion quelconque sur cette hypothèse; elle suppose un apport posthume, par imprégnation, apport d'une abondance un peu exagérée; car il faut y joindre toute la silice du quartz de seconde consolidation qui est, à l'évidence, postérieur aux feldspaths à microperthite; je me contenterai d'observer que cette idée théorique ne va pas avec la répulsion que M. Rosenbusch paraît professer pour les injections lointaines des granites dans les schistes qui leur servent de salbande; j'ajouterai que la parenté de la microperthite avec la micropegmatite ne m'avait pas échappé et me paraît militer singulièrement en faveur de son origine primordiale : nous commençons à trouver ici ce résidu de feldspath alcalin et de silice libre qui, sous forme d'orthose à filonnets de quartz, de micropegmatite, de sphérolites à quartz globulaires, et enfin de pétrosilex, constitue toutes les structures des roches acides.

[1] Voir notamment la description et la photographie du granite de Vire, fig. 22. (*Ann. des Mines, loc. cit.*)

2° *Prédominance des minéralisateurs dans la structure des roches à excès de silice.* — Ainsi l'épuisement des éléments cristallins des roches granitoïdes par série unique me paraît absolument contestable : aussi bien toutes ont subi des mouvements d'ascension importants et le gisement géologique d'un grand nombre d'entre elles témoigne que leur intrusion s'est produite bien près de la surface : tels sont les granites anciens de la Bretagne, dont on trouve des galets dans les poudingues du sommet des schistes de Saint-Lô et qui traversent à l'état de granite franc la majeure partie de ces schistes. Tel encore le granite de Beaujeu, quel que soit son âge (cambrien ou carbonifère). Il perce par place les diabases et diorites du sommet du cambrien; on en retrouve des galets à la base des tufs porphyriques du Culm et sa couverture devait être extrêmement réduite en bien des points.

L'explication des deux temps de consolidation des roches granitoïdes est donc toute naturelle; la première période est réellement *infratellurique* comme pour toutes les roches. La seconde période date des mouvements d'ascension et se termine à la période d'intrusion souvent violente, qui témoigne alors, par les brèches dont elle est accompagnée, d'une roche pâteuse, déjà surchargée de cristaux, se frayant péniblement son chemin, souvent incapable de remplir des filons minces un peu prolongés.

On se demande sans doute comment on peut concilier cette hypothèse avec la généralité des injections feldspathiques dans les schistes encaissants; ici nous retrouvons encore, avec la notion du second temps de consolidation, celle d'un facteur important de la cristallisation qui paraît avoir été entièrement négligé par M. Rosenbusch. Je veux parler des minéralisateurs, souvent spéciaux à une roche donnée.

C'est évidemment dans la variation des trois facteurs : *température*, *pression*, *minéralisateurs* qu'il faut chercher toutes les différences de structure qu'un magma déterminé peut présenter. Le facteur *minéralisateur* [1], si bien défini par Élie de Beaumont

[1] On consultera, avec fruit, deux notes toutes récentes de M. de Lapparent, sur le rôle des minéralisateurs dans la genèse des roches acides. Dans l'une (*Comptes rendus, janvier* 1889) M. de Lapparent relève la liaison entre les solfatares abondantes et la sortie des roches volcaniques acides. Dans l'autre (*Revue des questions*

et par Henri Sainte-Claire Deville, est un des plus importants dans la série des roches acides, à excès de silice. Il saute aux yeux, par exemple, dans l'histoire des granulites à mica blanc et à tourmaline (granites et aplites de M. Rosenbusch). C'est à son action à peu près exclusive qu'il faut rapporter cette anomalie singulière d'une série de roches (aplites) remplissant parfois des filons d'une minceur et d'une longueur extrêmes, et présentant la structure la plus franchement granitoïde que l'on connaisse, celle que M. Rosenbusch qualifie de *panidiomorphe grenue*, parce que tous les éléments y sont cristallisés avec des formes propres et en général également développées dans tous les sens. J'ignore pourquoi il a méconnu le fait que la *pegmatite graphique* s'associe à ces remplissages aplitiques; il la relègue, avec Credner, dans les produits des filons concrétionnés, en sorte que nous sommes forcés de constater cette anomalie que les roches de profondeur n'admettent pas la structure pegmatoïde, qui, sous le nom de *granophyrique*, deviendra si fréquente dans le magma de seconde consolidation des roches d'épanchement.

En tout cas, M. Rosenbusch admet l'existence de fumerolles intenses au voisinage de certains granites, puisque la tourmaline lui paraît un produit secondaire de ces fumerolles et qu'il attribue aux greisens une origine épigénique de même nature. Mais il ne paraît pas soupçonner le rôle, cependant évident, des minéralisateurs dans l'élaboration de certaines structures.

Pourquoi un grand nombre des contacts des granites avec les schistes encaissants présente-t-il, non pas une diminution de grain, mais au contraire une exagération notable de la cristallinité? J'ai déjà souvent cité, à ce point de vue, le bel exemple des carrières de l'Ozette, près Limoges. Le granite à mica noir, au contact des gneiss, y devient pegmatoïde avec énormes cristaux d'orthose et diminution de l'élément ferrugineux (mica noir), sur une épaisseur d'environ 50 centimètres. Nous avons vu maintes fois le granite à grands cristaux, dit porphyroïde, du plateau central émettre, au contact du cambrien, des micaschistes,

scientifiques, 1888, 36 *du tirage à part*), il fait ressortir la nécessité d'un départ de dissolvants pour expliquer la nature de plus en plus acide des minéraux qui s'isolent dans un magma granitique.

des gneiss gris, une série de fines apophyses remplies à peu près exclusivement par les grands cristaux d'orthose [1], qui prêtent leur apparence porphyroïde à la roche. Dans ces nombreux exemples, les facteurs *température* et *pression* ont dû diminuer brusquement; mais les *minéralisateurs* sont sans doute sortis à flot par ces endroits, suivant l'idée d'Élie de Beaumont; c'est à ce facteur si important que nous rapportons l'injection lointaine, dans les schistes encaissants, des éléments de seconde consolidation du granite, au lieu d'attribuer les roches granito-schisteuses ainsi formées à des phénomènes dynamo-métamorphiques [2].

Par exception, il se trouve des contacts où l'appauvrissement des trois facteurs principaux de la cristallisation se produit simultanément; dès 1875 [3] nous citions à ce point de vue les apophyses si remarquables de la granulite de la chaîne de Blond et nous disions que « les roches granitiques et porphyriques sont souvent « deux manifestations d'une seule et même éruption en masse, et « en filons minces on en pointements localisés ». Les elvans de Vaulry et de Cieux présentent à ce point de vue tous les types étudiés par M. Lossen, le long du Bodegang.

Les dykes si curieux du Lyonnais [4] montrent également que le granite est susceptible, dans les mêmes conditions, de se transformer localement en microgranite.

Mais ces exemples mêmes ne prouvent-ils pas avec évidence que les granites sont arrivés de la profondeur avec des cristaux tout formés d'*un premier temps ;* les éléments qui ont donné dans ces cas particuliers un magma microgranitique, microgranulitique, micropegmatoïde, sont ceux-là même qui, à quelques mètres de là, ont cristallisé en orthose microperthitique et en quartz granitique de seconde consolidation. Nous possédons à ce point de vue les plus beaux exemples de passages gradués, provenant des carrières de Sainte-Foy l'Argentière.

Ces diverses considérations me paraissent justifier les apprécia-

[1] M. Barrois a récemment signalé le même fait dans sa belle étude du granite de Rostrenen (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, XII, 1884, 1).

[2] Nous reviendrons dans une prochaine note sur cet ordre de phénomènes que nous négligeons ici de parti pris.

[3] *Bull. Soc. Géol.*, 1875, III, 201.

[4] *Id.* Décembre 1887, XVI, 216.

tions suivantes : *les minéralisateurs jouent un rôle souvent prépondérant dans la structure des roches acides. Les roches de profondeur peuvent d'ailleurs présenter la structure porphyroïde dans certaines circonstances spéciales où les facteurs de la cristallinité diminuent brusquement; ces exemples montrent alors avec évidence que les roches granitoïdes elles-mêmes présentent deux temps de consolidation, mais dont les produits se ressemblent au point de vue de leurs dimensions normales.*

3° *Prédominance du facteur température dans la structure des roches basiques.* — Parmi les roches acides, il est certain qu'un grand nombre de granites à mica noir ont joué le rôle de roches de profondeur; il ne nous est nullement prouvé qu'aucune granulite ne s'est épanchée à la surface du sol, ou n'y a pointé sous forme de dôme ou de dyke. Enfin, il est constant et admis par tous les géologues, que certaines microgranulites, présentant des passages à la structure granitique, constituent tantôt des dykes de profondeur, tantôt de véritables coulées superficielles ; sans doute les deux temps de la cristallisation commencent à y devenir nettement distincts; mais la parenté de ces roches avec les granites est telle qu'il est artificiel de les séparer de ces derniers, pour les rapprocher, comme le fait M. Rosenbusch, des porphyres pétrosiliceux. Le nom même qu'il a choisi en dernier lieu pour les désigner, jure avec le groupe des *quartz-porphyres* auquel il les rattache; ce sont ses *microgranites*, correspondant trait pour trait à nos *microgranulites*.

On voit que, sous forme de dykes profonds et massifs, comme sous forme d'épanchement, de dômes ou de filons minces, la structure des roches acides paraît dépendre aussi intimement de la nature des minéralisateurs, qui les ont élaborées et accompagnées, que des conditions mêmes du gisement, puisque les aplites en filons tout à fait minces, reproduisent l'exagération du type granitoïde et pegmatoïde, tandis que les granites se lient intimement à des types microgranitiques d'épanchement ou de contact. En d'autres termes, les variations brusques des conditions de refroidissement ne suffisent pas pour expliquer les divers faits d'observation afférents aux roches acides.

Nous allons constater tout au contraire que ces variations

expliquent à elles seules toutes les structures des roches basiques à plagioclases, pyroxène et olivine. De l'aveu même de M. Rosenbusch, il existe un grand nombre de gabbros et de diabases d'épanchement et, bien qu'il avance quelque part, dans sa pétrographie, que les gabbros à structure grenue sont la forme intratellurique, les diabases à structure ophitique la forme d'intrusion, les augitporphyrites et les mélaphyres ou les basaltes à structure microlithique la forme d'épanchement et de filons minces d'un seul et même magma, il suffit de lire attentivement un quelconque de ses chapitres pour y rencontrer toutes les structures et tous les passages dans les gisements les plus divers. Nous citerons ici les nappes d'épanchement à structure purement ophitique de l'Islande[1], les gabbros des Hébrides, en dômes analogues à nos puys d'Auvergne[2], le mélange des coulées d'ophites et de mélaphyres dans l'Esterel, etc., etc.

L'explication de cette banalité dans les structures des roches basiques est facile à donner, si l'on tient compte de ce que M. Fouqué et moi, nous sommes parvenus à reproduire toutes ces structures artificiellement, par fusion ignée et recuit plus ou moins prolongé en un ou deux temps. Il est clair que, des trois facteurs de la cristallisation, température, pression, minéralisateurs, les deux derniers sont dans l'espèce à peu près négligeables; les minéraux qu'on peut attribuer à leur action, tels que le mica noir, la hornblende basaltique, sont rares dans les magmas très basiques et ont une extrême tendance à être entièrement résorbés lors des dernières phases de la consolidation. Ils se transforment alors en pyroxène et en fer oxydulé, précisément comme dans nos expériences synthétiques de fusion.

Or, ces expériences mêmes ont prouvé que la lenteur du refroidissement n'a pas besoin d'être très marquée pour aboutir à la structure ophitique. Et même, dès que la roche s'enrichit en péridot, c'est la structure grenue des gabbros qu'on obtient par un recuit ménagé de quelques jours. Il ne faut donc pas parler ici de roches de profondeur, de filons, ou d'épanchement, mais

[1] Bréon, *Islande*, 1884.

[2] Geikie, *Transact. of the royal Society*, Edimbourg, 1878, 21.

bien de roches en dykes, en filons, en dômes, ou en coulées, venues à une température plus ou moins élevée et refroidies plus ou moins lentement.

Les mêmes considérations s'appliqueraient *à fortiori* aux roches à néphéline et plagioclases qui cristallisent, par pure fusion ignée, avec une extrême facilité et n'ont même pas besoin d'un recuit très ménagé pour affecter des formes grenues, entièrement cristallines.

Ainsi, en résumé, les conditions de gisement nous paraissent en relations trop complexes avec les facteurs de la cristallisation pour pouvoir être substituées, comme entrée de classification, à la notion plus précise et toujours présente de la structure des roches; il nous semble nécessaire de conserver purement et simplement la grande division déjà admise des roches granitoïdes (Γ) et trachytoïdes ou porphyriques (Π)[1], dans lesquelles les deux temps de consolidation, toujours distincts, correspondent à une variation plus ou moins marquée des facteurs de la cristallisation.

Le choix même des modes de gisement, triés par M. Rosenbusch, justifie notre critique; on a vu plus haut qu'il distingue les roches de profondeur, celles de filons, celles d'épanchement; son désir louable de créer de grandes subdivisions naturelles, lui a fait attribuer une énorme importance aux familles de **profondeur** auxquelles toutes les autres sont ensuite rapportées; par un heureux hasard, ces familles sont précisément celles que toutes les classifications font rentrer dans les types granitoïdes; nous avons montré que la plupart d'entre elles sont susceptibles de constituer des massifs *intratelluriques* profonds, des roches d'*intrusion* plus superficielles, des dômes de *protrusion* à la façon des granites tertiaires des Hébrides, enfin des *coulées* épaisses, à la façon des gabbros ou des ophites.

La seconde famille de M. Rosenbusch, celle des **filons**, est encore plus artificielle et paraît devoir totalement disparaître. Il y comprend les roches qui ne sont connues qu'en filons et dont les filons ne se relient pas à des nappes d'épanchement. Je

[1] Nous noterons les principales structures par des lettres grecques majuscules pour exprimer la grande subdivision des roches granitoïdes et trachytoïdes, minuscules pour les structures de détail.

n'en retiendrai que la famille des lamprophyres, qui parcourt, au point de vue pétrographique, toute la série depuis les microgranulites un peu basiques jusqu'aux mélaphyres inclusivement, en passant par les porphyrites micacées, amphiboliques, pyroxéniques. M. Rosenbusch la caractérise uniquement par la richesse des grands cristaux ferrugineux et magnésiens du premier temps de consolidation. Il en fait une famille, parce que les filons innombrables qui la composent, se trouvent groupés géologiquement entre eux. Or, dans l'espèce, les nombreux exemples que nous avons eus sous les yeux, grâce aux envois du regretté Boricky et d'autres savants étrangers, nous ont permis depuis longtemps [1] d'identifier la majeure partie des roches décrites par M. Rosenbusch sous le nom de lamprophyres, avec une riche série française, comprenant les kersantites, les dioritines, les basanites, les fraidronites, les traps des anciens auteurs. Nous leur avons donné le nom des types dominants dans chaque région : kersantites en Bretagne [2], porphyrites micacées dans le Morvan et à Commentry [3], porphyrites amphiboliques dans le Beaujolais [4] et aux environs de Thiers en Auvergne, etc. Il n'existe aucun doute sur cette assimilation nécessaire.

Seulement, en maint gisement, nous voyons ces roches de filons correspondre avec des coulées ou des protrusions incontestables ; telles sont les nappes de Commentry, de Saint-Etienne, les dômes et les coulées des environs d'Autun, qui ont parfois conservé des traces de leur appareil volcanique (scories, etc.). Il eût semblé logique de distraire les lamprophyres des roches de filons, pour les classer dans les roches d'épanchement. M. Rosenbusch, à qui ces divers rapprochements n'ont point échappé, préfère ranger une partie de nos roches françaises dans ses lamprophyres à gisement filonien, et éparpiller toutes les autres à travers *tous* les chapitres de ses roches d'épanchement ante-tertiaires.

[1] Michel Lévy, *Porphyrites micacées du Morvan. Bull. Soc. Géol.*, 1881, VII, 871.

[2] Barrois, *Kersantites de Bretagne. Ann. Soc. Géol. du Nord.* 1886, XIV, 31.

[3] De Launay, *Porphyrites micacées de l'Allier. Bull. Soc. Géol.* 1888, XVI, 84.

[4] Michel Lévy, *Beaujolais. Bull. Soc. Géol.*, 1883, XI, 273. — Voir également les feuilles de Bourg, Clermont, etc., publiées par le service de la Carte géologique détaillée de la France.

On saisit ici sur le fait l'erreur qui consiste à vouloir obtenir d'une classification *pétrographique* le rangement des roches en groupes *géologiques*.

Les changements de composition chimique des magmas sont d'une essence trop variable pour permettre dans ce sens des groupements, dont la portée dépasse les limites d'une région déterminée, et quant aux structures, les facteurs dont elles dépendent sont susceptibles de variations indépendantes du gisement et de l'âge, à l'exception d'un seul, celui des *minéralisateurs*, qui paraît n'avoir agi efficacement que sur la structure des roches acides.

CHAPITRE II

Principales structures des roches éruptives.

Les considérations qui précèdent, ramènent l'esprit à méditer l'importance des divers modes de structure des roches, au point de vue spécial de leur nomenclature. Ici, je suis heureux d'avoir à constater que M. Rosenbusch a peu innové ; je vais m'appliquer à montrer que les diverses structures qu'il décrit, sont, trait pour trait, celles que j'ai distinguées, et pour lesquelles j'ai proposé des noms que M. Fouqué a bien voulu adopter et sanctionner de sa haute autorité dans notre Minéralogie micrographique. Seulement, M. Rosenbusch leur impose des noms nouveaux qu'il est nécessaire de mettre en regard de ceux qui ont servi à la description première de chaque structure.

D'une façon générale, M. Rosenbusch qualifie d'*idiomorphes* les minéraux qui montrent des formes cristallines propres ; ceux qui moulent les autres éléments, sont *allotriomorphes ;* la structure est dite *hypidiomorphe* quand elle comporte des éléments moulés et d'autres jouant le rôle de ciment, *panidiomorphe* quand tous les éléments présentent leurs formes propres : ils laissent souvent alors entre eux des vides et la structure est dite *miarolitique* ou saccharoïde.

Je laisse de côté les structures mécaniques d'entraîment (fluidal), ou de retrait (perlitique)[1] qui peuvent s'appliquer à toutes les roches fondues.

[1] M. Rosenbusch paraît croire que je ne considère pas la structure perlitique comme un simple phénomène de retrait (voir page 399, ligne 12 de la seconde édition de la *mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine*). Je me permets de le renvoyer aux *Annales des Mines*, VIII, 1875, p. 349, § 2, où je dis textuellement que « *la structure perlitique n'est qu'un phénomène de retrait d'une masse vitreuse refroidie* ».

Mais, si l'on veut réellement aborder les questions de structure, il faut quitter les généralités et considérer les divers modes de groupements et d'associations d'un nombre très limité de minéraux, le quartz et les diverses formes de la silice, les feldspaths, les feldspathides[1] (leucite, néphéline, sodalite, mélilite), les bisilicates. Il faut laisser de côté les grands cristaux du premier temps de consolidation, qui se présentent partout avec les mêmes caractères, et ne considérer que ceux du second temps. La consolidation plus ou moins rapide de ceux-ci amène la formation de magmas cristallins, semi-cristallins ou vitreux et la production de formes plus ou moins voisines des arborisations des cristaux naissants ou des concrétions des substances colloïdes.

Dès lors, il est indispensable de procéder à part à l'étude des roches dans lesquelles un excès de silice libre peut se produire durant le second temps de consolidation, parce que la silice, à l'inverse des autres silicates énumérés plus haut, est susceptible de passer par des états colloïdes, gélatineux (opale, calcédoine pour partie), qui n'ont aucune analogie avec les arborisations et les fins cristaux parfois très allongés (microlites) auxquels donnent naissance les feldspaths ou les bisilicates.

Roches acides présentant un excès de silice libre dans le magma de seconde consolidation.

I. M. Rosenbusch a réuni, dans son chapitre des *granites*, la plupart DES ROCHES DE PROFONDEUR à silice libre dont les équivalents sont fort éparpillés dans les chapitres suivants. Les *granitites* (granites à mica noir) présentent surtout la structure *hypidiomorphe grenue*, dans laquelle le quartz *allotriomorphe* moule les autres éléments. C'est notre structure **granitique**[2] (α).

Les *granites* (nos granulites à mica blanc) passent souvent à la structure *panidiomorphe grenue*, dans laquelle le quartz lui-même a une tendance aux formes bipyramidées. C'est notre structure **granulitique**[3] (β). Notons en passant que, pour

[1] Cs. de Lapparent, *Minéralogie*.
[2] *Ann. des Mines*, 1875, VIII, p. 395.
[3] *Id.*, p. 387.

M. Rosenbusch, la muscovite, bien que non idiomorphe, se serait consolidée en partie avant les feldspaths. Il attribue un caractère secondaire et généralement dynamo-métamorphique au mica blanc très récent, souvent postérieur même au quartz, qui apparaît dans les roches granitiques ; je crois personnellement que la majeure partie de la muscovite même primordiale est de consolidation postérieure au quartz.

II. Les roches DE FILONS à silice libre de seconde consolidation comprennent d'abord les *filons granitiques*, principalement représentés par les *aplites* (*muscovit-granit*, partie de nos granulites). M. Rosenbusch reconnaît l'existence propre de cette venue dont les filons traversent non seulement les massifs granitiques, mais encore les sédiments encaissants[1] ; il avoue qu'elle ne se distingue guère des *granites* massifs et lui attribue une structure généralement *panidiomorphe grenue* qui est au premier chef notre **structure granulitique** (β). Par une anomalie étrange, il repousse de cette classe de roches, les *greisens* et les *pegmatites* qui ne seraient pas pour lui des roches éruptives, mais bien des épigénies ou des roches concrétionnées dues à des fumerolles, de telle sorte que nous sommes forcés de mentionner ici notre structure **pegmatoïde** (γ)[2] (pegmatite graphique à grands éléments) dont nous affirmons la liaison intime tant avec les granulites massives qu'avec les granulites en filons (aplites), sans trouver sa correspondance dans la terminologie allemande. M. Lehmann est d'ailleurs complètement d'accord avec nous pour attribuer une origine éruptive aux pegmatites accompagnant les filons d'aplites.

M. Rosenbusch distingue ensuite, parmi les roches exclusivement de filons, les *granitporphyres* dont les deux temps de consolidation sont distincts, et qui comportent comme éléments de seconde consolidation un mélange entièrement cristallin de feldspath et de quartz ; le mica noir y apparaît dans les types basiques, le mica blanc dans les types acides. La structure normale est *hypidiomorphe grenue* : orthose idiomorphe en microlites raccourcis, quartz allotriomorphe ; c'est ma structure **microgranitique** (α).

[1] Michel Lévy. *Bull. Soc. Géol.*, II, 177, 1874.
[2] *Ann. des Mines*, 1875, VIII, 379.

Dans les roches acides (granulites porphyriques ou elvans) la structure devient *panidiomorphe*, alias **microgranulitique** (β)[1] ; M. Rosenbusch ajoute que dans ce dernier cas, il y a presque toujours une troisième poussée de quartz et feldspath en forme *granophyrique*, qui équivaut trait pour trait à ma structure **micropegmatoïde** (γ).

J'ai également signalé, dès 1874, l'association si fréquente des structures microgranulitique et micropegmatoïde ; mais je dois faire observer ici que les plages et les étoilements de micropegmatite m'ont le plus souvent paru de consolidation antérieure au magma microgranulitique.

Enfin, M. Rosenbusch attribue à certains de ses granitporphyres très acides, à muscovite, une structure entièrement *allotriomorphe* pour le feldspath et le quartz de seconde consolidation ; je connais également ces magmas très fins, mal définis, de passage aux types à quartz globulaire, et constituant les faux pétrosilex en liaison avec les elvans de Cieux (Haute-Vienne) ou du Bodegang (Harz). Il me paraît bien inutile de les séparer des microgranulites ou des porphyres à quartz globulaire, dont il sera parlé plus loin en détail.

III. Les roches d'**épanchement**, à silice libre de seconde consolidation, sont réparties entre un grand nombre de chapitres; nous ne passerons ici en revue que ceux qui permettent d'établir sur de bons exemples les structures distinguées par M. Rosenbusch, et nous commencerons par les *quartz-porphyres*, qui englobent les roches acides paléovolcaniques, depuis nos microgranulites jusqu'aux pechsteins inclusivement.

Etant donné que j'ai, le premier[2], établi qu'il y avait une gradation insensible et tous les passages entre les pechsteins, roches vitreuses par excellence, et les granites entièrement cristallisés, il me paraît inutile d'insister sur ce fait qu'il est parfois difficile de distinguer si certains porphyres contiennent ou non un restant de pâte amorphe. Je ne crois pas qu'en appelant, avec M. Rosenbusch, *microcristallins* les éléments quand ils peuvent être vus séparément et *cryptocristallins* quand ils ne se laissent pas

[1] *Ann. des Mines*, VIII, 382.
[2] *Id.*, p. 403 à 406.

décomposer, on avance beaucoup la question qui n'est pas intéressante. Le restant vitreux ou *basis* est évident dans bien des cas.

Il est beaucoup plus important de s'entendre sur la définition du **pétrosilex**, appelé *microfelsite* par les auteurs allemands. M. Rosenbusch en fait une substance grise, brunâtre, jaunâtre, douée d'une structure spéciale avec petites granulations, houppes et radiations. De mon côté[1], j'avais dit que « pour bien en saisir « la texture intime, il faut la préserver de la lumière réfléchie, au « moyen d'un écran convenablement placé; elle paraît, en effet, « douée d'une certaine opalescence brunâtre qui efface les rayons « réfractés et leur donne un aspect nuageux. Par transparence « elle est nettement radiée et concrétionnée, surtout sur les bords « de ses traînées, et elle présente même des globules entièrement « rayonnés comme les sphérolites des pyromérides. Entre les « nicols croisés, l'extinction, bien qu'avancée, n'est pas complète. « Les sphérolites présentent le phénomène de la croix noire, les « traînées s'estompent d'ombres et de parties plus claires qui « changent de place par la rotation d'un des nicols. »

On voit que nos définitions sont identiques; nous entendons bien, par microfelsite et pétrosilex, une seule et même substance; j'ai été le premier à constater son action sur la lumière polarisée, qui avait échappé à Vogelsang, et son identité avec la substance de certains sphérolites. Seulement Vogelsang et, à sa suite, M. Rosenbusch, y voient un minéral propre, indépendant des formes de la silice et du feldspath, tandis que je ne peux y reconnaître qu'un magma en partie amorphe, imprégné de silice déjà individualisée, à l'état d'opale ou de calcédoine. La nature si nettement concrétionnée du pétrosilex, toutes ses propriétés optiques sur lesquelles je reviendrai plus loin à propos des sphérolites, enfin les transitions si ménagées entre les structures pétrosiliceuse, à quartz globulaire, à étoilements de micropegmatite, militent en faveur de mon hypothèse qui est la plus simple. J'ai d'ailleurs donné la description détaillée[2] de traînées plus cristal-

[1] *Ann. des Mines*, VIII, p. 367.

[2] *Ann. des Mines*, VIII, 1875, p. 413 et fig. 8. On voit par cet exemple que les *sphérolites d'orthose* dans les porphyres quartzifères ne m'avaient pas échappé, comme M. Rosenbusch semble le dire p. 393 de sa *Pétrographie*.

lines apparaissant dans les porphyres pétrosiliceux fluidaux, et montrant des sortes de boutonnières composées de sphérolites d'orthose, moulés par du quartz grenu, autour desquelles un fin bourrelet pétrosiliceux laisse apparaître de nombreux sphérolites à croix noire. Ici encore les éléments microcristallins du cœur de la traînée, quartz et orthose, semblent témoigner des seuls minéraux qui puissent prendre naissance au sein du microfelsite, quand les facteurs de la cristallisation y agissent avec une énergie suffisante.

Nous pouvons maintenant aborder l'étude des structures que M. Rosenbusch attribue à ses quartz-porphyres. Il rappelle que Vogelsang avait distingué les granophyres à magma grenu, les felsophyres à magma pétrosiliceux et les vitrophyres à magma vitreux ; mais il propose de détourner le mot *granophyre* de son attribution primitive et il ajoute la dénomination de *microgranite* qui me paraît inspirée de mon terme de microgranulite.

1° Les *microgranites* de M. Rosenbusch, très analogues aux granit-porphyres de la série en filons (je les crois identiques), peuvent présenter une structure *panidiomorphe* avec un restant minuscule de magma vitreux ou pétrosiliceux, ou de micropegmatite entre les grains cristallins d'orthose et de quartz. Abstraction faite de ce restant, généralement crypto-cristallin et tout à fait négligeable, par exemple dans les microgranulites des environs de Pontgibaud que M. Rosenbusch cite à ce propos, la structure est ici absolument ma **structure microgranulitique** (β).

Je répéterai ici ce que j'ai déjà dit à propos des *granit-porphyres;* le plus souvent dans les associations si fréquentes de micropegmatite et de microgranulite, c'est la micropegmatite qui paraît la plus ancienne.

Dans d'autres variétés de microgranites, la pâte présente des grains arrondis de feldspath entourés d'une fine couronne de quartz; la silice imprègne également le feldspath dont le pigment ferrugineux est rangé radialement. Souvent ce genre de porphyres présente encore des traces indubitables de fluidalité. M. Rosenbusch les rapporte à une transformation secondaire de porphyres pétrosiliceux; j'y reconnais une variété nette de mes **porphyres à quartz globulaire** (φ).

Enfin une dernière variété de microgranites, celle-là très acide, généralement riche en muscovite, présente dans la pâte des éléments, quartz et feldspath, *allotriomorphes* avec passage à un magma *cryptocristallin*. Ici encore le magma laisse entrevoir la fluidalté primitive, tracée par le pigment ferrugineux, ou par des différences de grosseur de grain dans les traînées juxtaposées; les plus cristallines sont surtout quartzeuses et présentent fréquemment des sphérolites. Pour moi, certaines variétés, décrites ici, se rapportent aux elvans à grain très fin (**microgranulites**), tels que ceux qui servent d'apophyse à la chaîne granulitique de Blond (Haute-Vienne). D'autres sont évidemment des **porphyres pétrosiliceux** dévitrifiés, comme en présente le massif de Montreuillon (Nièvre); c'est d'ailleurs à cette dernière hypothèse que M. Rosenbusch paraît lui-même incliner.

2° Une deuxième catégorie de porphyres quartzifères serait constituée par les *granophyres*. C'est, trait pour trait, ma **micropegmatite** (γ) et, comme moi, M. Rosenbusch attribue la genèse de cette structure à une cristallisation simultanée du quartz et de l'orthose. En somme, le mot de granophyre, inventé par Vogelsang pour désigner les porphyres à pâte grenue, a donc été détourné de sa signification et me paraît aussi mal choisi que possible pour représenter des roches dont le magma présente les formes de la pegmatite graphique. C'est en 1874 que j'ai proposé, avec dessins et photographies à l'appui, le nom de micropegmatite; c'est seulement en 1877, dans sa première édition, que M. Rosenbusch a ainsi employé le nom de granophyre; les nombreux savants étrangers, ralliés aux classifications allemandes, ne peuvent s'empêcher de doubler le nom de granophyre du nom de micropegmatite, qui parle à l'œil et rappelle les curieuses associations régulières de quartz et d'orthose dont elle se compose.

Comme dans mes descriptions [1], M. Rosenbusch insiste sur la disposition zonaire des palmes de micropegmatite autour des cristaux anciens de feldspath et de quartz; il désigne mes **étoilements de micropegmatite** sous le nom de *pseudo-sphérolites* et constate que cette structure suppose des forces cristallines supérieures à

[1] *Ann. des Mines*, VIII, 1875, p. 380. — *Bull. Soc. Géol.*, III, 1874, 200.

celles qui ont présidé à la genèse des porphyres pétrosiliceux, inférieures à celles qui donnent naissance aux microgranites. C'est bien l'ordre que je leur ai assigné dès mes premiers mémoires[1].

3° Puis viennent les *felsophyres*, équivalents exacts des porphyres pétrosiliceux (π), dont la pâte *microfelsitique* passe par gradations aux types *cryptocristallins allotriomorphes* de certains microgranites.

Naturellement, M. Rosenbusch profite de l'étude des porphyres pétrosiliceux pour classer et nommer les divers genres de formations sphériques que renferment les roches; ici encore, il s'appuie sur une étude incomplète de Vogelsang dont il revise les noms, définis d'ailleurs avec une telle généralité qu'on peut en tirer toute espèce de conclusions; voici d'abord la classification de Vogelsang :

1° *Cumulites*, formations sphériques composées de globulites, petites sphérules naissantes, sans action sur la lumière polarisée.

2° *Globosphérites*, les globulites y sont rangées radialement.

3° *Bélonosphérites*, agrégats cristallins radialement disposés à la façon des sphérolites de la diorite orbiculaire.

4° *Felsosphérites*, agrégats radiaux mal définis, d'ailleurs sans relation avec le microfelsite.

5° *Granosphérites*, formations globulaires, à grains cristallins.

M. Rosenbusch propose de réunir les sphérolites n[os] 1, 2 et 5 sous le nom de *granosphérites*.

Dans le groupe 3, il distinguera les sphérolites composés d'un seul minéral sous le nom de *sphérocristaux*, de ceux qui en comprennent plusieurs et qu'il appellera *pseudo-sphérolites*. Enfin, il laissera le nom de *felsosphérites* ou de *sphérolites* tout court à ceux mal définis, qui donnent la croix noire entre les nicols croisés.

Cette classification, encore trop générale, n'éclaircit pas les problèmes intéressants qu'offrent les sphérolites des roches acides; j'ai essayé à plusieurs reprises[2] d'en donner les principaux caractères et d'en pénétrer la nature. En voici la liste; j'insisterai sur

[1] *Ann. des Mines*, VIII, 1875, p. 400.

[2] Michel Lévy, *Ann. des Mines*, VIII, 1875, p. 338 et suivantes.— *Bull. Soc. Géol.*, V, 1877, p. 257. — C. R., 1882, XCIV, 464.

les quelques rares différences d'appréciation que je relève dans le livre de M. Rosenbusch.

1° Les **étoilements des micropegmatites** se décomposent nettement en secteurs feldspathiques et palmes de quartz; quand un fragment de quartz ancien leur sert de support, il s'éteint en même temps que les palmes de quartz récent dont il a déterminé l'orientation cristallographique (*pseudo-sphérolites*).

2° Ces étoilements peuvent devenir tellement fins que les éléments n'en sont plus résolubles aux plus forts grossissements ; alors ils passent aux sphérolites que j'ai décrits sous le nom de sphérolites **à quartz globulaire**. Tantôt ils constituent des formations radiées en lumière naturelle, s'éteignant dans quatre positions à angles droits entre les nicols croisés, ou en deux ou plusieurs secteurs. Tantôt ils forment des auréoles plus ou moins épaisses autour des débris de quartz ancien [1] et passant par toutes les gradations aux auréoles de micropegmatite. Je ne saurais trop insister sur le fait que les sphérolites, imprégnés de quartz globulaire, ressemblent à s'y méprendre en lumière naturelle aux sphérolites pétrosiliceux. Souvent, aux plus forts grossissements, le quartz y est méconnaissable, la matière finement houppée et radiée le masque entièrement, et cependant les propriétés optiques sont telles que personne ne peut méconnaître qu'elles sont à rapporter à une fine imprégnation de quartz.

3° Cette observation doit nous aider à établir le diagnostic des **sphérolites pétrosiliceux** à croix noire. Les uns, de grande taille, polarisent assez vivement (biréfringence variable au-dessus de 0,006) et sont positifs. Les autres, de plus petite taille, à fibres faible-

[1] Je ne comprends pas que M. Rosenbusch attribue, p. 394, à M. Williams (1883), la découverte de la composition de ces auréoles que j'ai décrites d'une façon approfondie, p. 378 et 381, *Ann. des Mines*, 1875, VIII. Je donne d'abord mes propres extraits : « La matière finement houppée et pétrosiliceuse (des auréoles à quartz globulaire) est imprégnée de quartz récent qui a cristallisé dans une orientation générale unique..., etc. » — Puis à propos des auréoles de micropegmatite, « les palmes de quartz et de feldspath... s'atténuent et demandent de forts grossissements pour être nettement décomposées; en un mot, les micropegmatites à étoilements passent par gradations insensibles aux roches sphérolitiques à extinction. »

Je traduis maintenant M. Rosenbusch : « Les auréoles consistent, d'après les recherches de Williams, en quartz..., feldspath et peut-être microfelsite. Le feldspath mélangé (ou microfelsite ?) est ordonné radialement et prête une structure sphérolitique aux auréoles de quartz. »

ment individualisées sont négatifs. Ils nous rappellent, par la perfection de leur forme et de leurs radiations, certains sphérolites de calcédoine et d'opale et nous les croyons imprégnés de ces substances dont la nature colloïde explique pour nous l'extrême abondance des formations sphérolitiques dans les roches acides, et la nature concrétionnée du pétrosilex. Ici M. Rosenbusch s'éloigne de notre interprétation. On sait déjà qu'il admet l'individualité minéralogique du pétrosilex; pour lui, les fibres de microfelsite sont positives. Il paraît d'ailleurs admettre également l'individualité de la calcédoine qu'il considère comme négative.

4° Les roches acides contiennent souvent des **sphérolites d'orthose** dont j'ai déjà cité plus haut des exemples. Ce sont les *sphérocristaux* de M. Rosenbusch; j'ai établi leur signe négatif, en constatant le signe toujours négatif de la zone d'allongement pg^1 (001) (010) de l'orthose.

5° Enfin certains pechsteins à fissures perlitiques montrent que les **perles** de verre se sont contractées durant le refroidissement. Nous avons constaté, M. Fouqué et moi [1], dans ce cas, l'existence entre les nicols croisés d'une croix noire négative.

M. Rosenbusch rattache aux porphyres pétrosiliceux, les *vitrophyres* ou **pechsteins**. Il y constate la naissance primordiale, pendant l'épanchement, des traînées de pétrosilex.

Parmi les roches acides néovolcaniques, M. Rosenbusch réserve un chapitre très détaillé aux *liparites* (rhyolites) dont la pâte présente une si grande analogie avec celle des porphyres quartzifères; le *microfelsite* y est abondant et en meilleur état de conservation que dans les porphyres : les roches vitreuses y sont fréquentes; d'après lui, lorsqu'elles sont aquifères, elles présentent volontiers des fissures perlitiques; d'ailleurs, les apparences de trempe ne seraient pas en relation bien intime avec ce genre de fissures de retrait.

Empruntant une partie de ses subdivisions à Von Richthofen, M. Rosenbusch distingue les *névadites*, riches en grands cristaux, des *liparites* proprement dites, relativement pauvres en éléments de première consolidation.

Parmi les névadites, les unes possèdent un magma holocristallin d'orthose en microlites raccourcis, moulés par du quartz; c'est

notre **structure micrograuitique** (α); les exemples cités proviennent surtout du Colorado.

Il y aurait quelques rares et douteux exemples de *felso-néva*-dites, à magma de seconde consolidation **pétrosiliceux** (π), et de nombreux gisements de *hyalo-névadites* à magma **vitreux** (Monte Amiata, Campiglia, etc.). Je dois tout de suite signaler que dans le gisement si rétréci et unique de rhyolite de Lusclade (Mont-Dore), M. Rosenbusch signale toutes les variétés de ses liparites et notamment des hyalo-névadites.

Quant aux *liparites* normales, ce sont des roches à formation moins intratellurique, dans lesquelles la structure **pétrosiliceuse** domine. M. Rosenbusch y signale un petit nombre de **microgra-nites** et le manque absolu de granophyres. Nous reviendrons plus loin sur ce fait singulier, et d'ailleurs inexact, et nous allons poursuivre avec M. Rosenbusch l'étude du microfelsite, dont les roches si fraîches de Hongrie permettent d'approfondir l'examen.

M. Rosenbusch conclut que le pétrosilex est de formation postérieure à celle des microlites; il constate que la consolidation du verre est postérieure à la production du pétrosilex; on voit que M. Rosenbusch s'est rangé [1] aux conclusions que j'avais basées principalement sur l'étude de la distribution des fissures perlitiques.

Les sphérolites en microfelsite bien individualisé et d'assez grande taille sont positifs; les petits sphérolites sont négatifs et d'ailleurs entremêlés de globules de verre comprimé également négatifs. On entrevoit quelquefois, bien que rarement, des fibres limpides de quartz positif ou de feldspath négatif dans les grands sphérolites. Je crois en outre utile de rappeler ici que l'opale se charge parfois de lamelles de tridymite, qui, vues sur leur tranche, polarisent assez vivement et sont négatives suivant la longueur apparente,

Les sructures microgranitique et pétrosiliceuse ont aussi des représentants bien attitrés parmi les dacites et les andésites de M. Rosenbusch. Il nous paraît inutile d'insister sur leur description qui ressemblerait à toutes celles que nous avons déjà données; mais il est nécessaire de relever l'absence injustifiée des **micropegmatites** (γ)

[1] *Ann. des Mines*,, 1875, VIII, 358.

parmi les roches acides d'épanchement tertiaire. Les roches de la Grande Galitte, de l'île d'Elbe[1], des Hébrides[2], du Portugal en présentent les plus nombreux et les plus authentiques exemples. Elles y sont associées à des microgranulites et même à des granites francs en filons et en dômes analogues, d'après M. Geikie, à ceux de la chaîne des Puys en Auvergne. Il y a donc quelque chance pour que les belles *krablites*, décrites par M. Bréon[3], aient été arrachées à des roches préexistantes en profondeur.

En résumé, l'étude qui précède tend à démontrer qu'on peut actuellement, comme je l'ai proposé en 1875, ramener la combinaison des éléments dominants de seconde consolidation, quartz et orthose, dans les roches acides, à cinq structures principales, dont les trois premières comportent deux temps distincts ou indistincts et les deux dernières deux temps toujours distincts :

α)	**structure**	**granitique**........	hypidiomorphe grenue ou porphyrique de M. Rosenbusch.
β)	—	**granulitique**.......	panidiomorphe grenue ou porphyrique.
γ)	—	**pegmatoïde**.......	granophyrique grenue ou porphyrique.
φ)	—	**à quartz globulaire**...	pseudosphérolitique porphyrique.
π)	—	**pétrosiliceuse**......	microfelsitique porphyrique.

La seule notion nouvelle, recueillie au cours de cette étude, consisterait dans l'existence d'une structure *allotriomorphe*, dans laquelle les éléments, orthose et quartz, en grains très fins, parfois *cryptocristallins*, se présentent en écailles irrégulières. Mais nous avons vu que cette structure ne paraît pas être promorphique et qu'elle s'applique, au moins en majeure partie, à des porphyres pétrosiliceux, dévitrifiés après coup.

Roches ne présentant pas de silice libre dans leur magma de seconde consolidation.

Le trait dominant des roches dont le magma de seconde consolidation ne contient pas un excès de silice libre, consiste dans

[1] Lotti. *Description géol. de l'île d'Elbe*, Rome, 1887.
[2] Geikie. *Transact of the Royal Society*. Édimbourg, 1878.
[3] Bréon. *Islande*, 1874.

l'absence de toute forme colloïde et des structures qui en dérivent : pétrosiliceuse, pegmatoïde. On passe des magmas vitreux aux magmas entièrement cristallisés par l'intermédiaire des formes naissantes si bien étudiées par Vogelsang, arborisations, microlites plus ou moins allongés.

En général, le dernier élément cristallisé sera un feldspath ou un bisilicate (amphibole ou pyroxène). De plus, il semble que, des trois principaux facteurs de la cristallisation, le plus important à considérer consiste dans la température; ce sont ses variations qui paraissent décider de la structure des magmas les plus basiques. Aussi trouve-t-on toutes les structures côte à côte dans les gisements les plus divers [1], comme âge et comme conditions géologiques, depuis les roches de profondeur à la façon des diabases cambriennes jusqu'aux coulées actuelles de basaltes.

Je ne peux m'empêcher de penser qu'à ce point de vue, l'importance des reproductions artificielles que nous avons effectuées, M. Fouqué et moi, a été perdue de vue par M. Rosenbusch qui ne cite qu'incidemment la synthèse de la structure ophitique et passe sous silence celle de certaines norites et lherzolites, des andésites, des labradorites, des basaltes à deux temps de consolidation, des téphrites, des néphélinites et des leucitites. La synthèse fidèle du deuxième temps de consolidation de la plupart des roches basiques porphyriques a été tout au moins obtenue au cours de nos expériences et les structures ophitique, microlitique et variolitique dérivent à l'évidence du mode de refroidissement d'un magma purement igné.

I. Roches à deux temps de consolidation similaires ou granitoïdes. — Lorsque c'est un élément feldspathique qui se consolide en dernier lieu dans ces roches généralement cristallines, la structure est **grenue**; les divers éléments composants sont à peu près également développés dans tous les sens. M. Rosenbusch y distingue une structure *hypidiomorphe grenue* qui est de beaucoup

[1] Voir notamment, *Bull. Soc. Géol.*, XI, 1883, 280 et suivantes.

dominante ; c'est notre structure **grenue (granitique)** (δ) ; le dernier élément feldspathique sert de ciment au magma.

Cet élément lui-même a une tendance à présenter des contours cristallins; il se produit parfois alors des druses hérissées de pointements: c'est la structure *panidiomorphe grenue miarolitique* de M. Rosenbusch. Elle est très rare dans les roches basiques et se présente comme un accident de notre structure grenue (δ).

Quand le dernier élément consolidé est un bisilicate (généralement pyroxénique), ses plages, sans contours extérieurs propres, sont lardées de cristaux plus anciens; ceux de feldspath notamment s'allongent suivant l'arête pg^1 (001) 010), ou s'aplatissent suivant g^1 (010), et l'ensemble prend une apparence caractéristique que j'ai décrite et dessinée dès 1877 [1] sous le nom de structure **ophitique** (ω). M. Rosenbusch lui donne une série de noms entre lesquels il ne paraît pas toujours avoir fait un choix définitif: habitus *diabasique*, *doléritique*, structure *intersertale* avec *mesostasis*. La mésostasis serait ici du pyroxène.

II. Roches à deux temps de consolidation distincts ou trachytoïdes (*porphyriques*). — Ici le refroidissement rapide, correspondant au second temps, peut développer les structures arborescentes ou microlitiques, toutes les fois que le magma n'est pas extrêmement fusible et par suite très enclin à la cristallisation, ou encore que des circonstances spéciales, conductibilité du milieu ambiant, conditions atmosphériques [2], épaisseur et masse des dômes ou des coulées superposées, ne ramènent pas aux structures précédentes, qui toutes peuvent coexister avec la structure trachytoïde. Les structures **grenues** (δ) se montrent notamment dans les roches très basiques de la famille des basaltes, ou encore dans les néphélinites à néphéline abondante. La structure **ophitique** (ω) est abondamment répartie dans les coulées mélaphyriques et basaltiques.

Il nous reste à insiter sur les manifestations **arborescentes**

[1] *Bull. Soc. Min.*, VI, 1878. 157. Photographies dans le tirage à part.

[2] F. Fouqué (Notes inédites sur l'éruption de l'Etna en 1865).

et **microlitiques** du magma de seconde consolidation, qui vont toujours avec un résidu plus ou moins notable de matière vitreuse.

On doit faire entrer dans la première catégorie, corrélative d'un refroidissement très brusque, la **structure variolitique**[1] (ν), caractérisée par l'état arborescent du feldspath de deuxième consolidation qui affecte souvent aussi des formes sphérolitiques. Dans la variolite de la Durance, c'est l'oligoclate qui prend cette forme arborescente et sphérolitique. Dans un grand nombre de porphyrites micacées (*lamprophyres*), c'est l'orthose. Lors de nos expériences de fusion ignée, M. Fouqué et moi, nous avons souvent constaté la formation de sphérolites feldspathiques à fibres arborescentes sur les bords de nos creusets.

C'est en 1875[2] que j'ai proposé le nom de **structure microlitique** (μ) pour désigner la formation, dans le magma de seconde consolidation des roches basiques trachytoïdes, de petits cristaux allongés ou aplatis de feldspath et plus ou moins raccourcis des minéraux ferro-magnésiens. Tantôt ils sont entraînés et alignés par un écoulement **fluidal**, tantôt ils présentent des agrégats **enchevêtrés**[3], évidemment corrélatifs d'un développement au repos. M. Rosenbusch donne à cette structure microlitique des noms différents, suivant ces deux cas.

Ainsi la structure microlitique, fluidale et très cristalline, est appelée par lui *pilotaxitique*, *trachytique*, *porphyritique*.

La structure microlitique, fluidale et accompagnée d'un magma vitreux abondant, sera tantôt *hyalopilitique*, tantôt *andésitique*, tantôt *porphyritique*.

Enfin la structure microlitique enchevêtrée est dite *interstitielle*, avec *mesostasis* plus ou moins vitreuse, et peut en effet présenter des passages à la structure ophitique.

Nous avons rapidement parcouru toutes les structures possibles des roches basiques.

[1] Michel Lévy, *Bull. Soc. Géol.*, V, 1877, 233.

[2] Id., *Ann. des Mines*, VIII, 1875, 402.

[3] Voir *Ann. des Mines*, *l. c.*, p. 403, ligne 4.

A la fin du chapitre consacré aux roches paléovolcaniques d'épanchement, M. Rosenbusch récapitule[1] les principales structures qui les caractérisent avec le plus d'évidence :

1° L' « *habitus felsitique* », avec les formes subordonnées des **microgranites** et des **micropegmatites** (*granophyres*) est propre aux roches très acides, riches en alcalis, pauvres en bases alcalines terreuses. Nous verrons plus loin que M. Rosenbusch comprend dans cette première série les porphyres quartzifères, les porphyres sans quartz et une portion des porphyrites.

2° L'« *habitus porphyritique* », comprenant les *structures hyalopilitiques* et *pilotaxitiques*, est propre à des roches moins acides, plus riches en chaux et en magnésie, notamment aux porphyrites andésitiques micacées et amphiboliques, aux enstatit-porphyrites, etc.

3° Enfin l'« *habitus doléritique* » comprend des roches *holocristallines porphyriques* avec magma riche en augite et *structure interstitielle*. Il est propre aux types basiques, riches en chaux et en magnésie, pauvres en alcalis, tels que certains mélaphyres, etc.

Je ferai quelques réserves à propos de l'extrême abondance, dans certaines régions, des roches granitiques que M. Rosenbusch subordonne trop entièrement à la structure pétrosiliceuse, et aussi sur l'extension bien évidente de la structure microlitique fluidale à toutes les roches de la série basique et non pas seulement aux types intermédiaires.

A part ces observations, j'admets volontiers les trois divisions de M. Rosenbusch qui, du reste, correspondent exactement aux miennes : en effet, l'*habitus felsitique* comprend toutes les **structures des roches acides**; l'*habitus porphyritique* équivaut à ma **structure microlitique**, et l'*habitus doléritique*, à ce que j'ai distingué sous le nom de **structure ophitique**.

Voici le tableau résumé des principales structures des roches éruptives; nous avons inscrit, *en italiques*, au-dessous des noms qui ont servi à nos descriptions primitives (1875-1878), ceux qu'emploie M. Rosenbusch :

[1] *Mik. Physiogr.*, p. 521.

Roches à excès de silice dans le magma de seconde consolidation.
(Roches acides.)

STRUCTURES GRANITOÏDES (Γ) *Str. grenues* (*kœrnig*) (Deux temps de consolidation à produits similaires.)	STRUCTURES PORPHYRIQUES (Π) *Str. porphyriques* (*porphyrisch*) (Deux temps de consolidation à produits distincts, les seconds plus fins.)	ÉTAT CRISTALLIN	ACTIONS MÉCANIQUES IMMÉDIATES
(α) STR. GRANITIQUE (*St. hypidiomorphe.*) Le quartz, sans formes propres, moule les autres éléments.	(α) STR. MICROGRANITIQUE id.	Entièrement cristallin. (*Holo-cristallin.*)	Peu apparentes.
(β) STR. GRANULITIQUE (*Str. panidiomorphe, miarolitique.*) Le quartz tend à des formes propres raccourcies.	(β) STR. MICROGRANULITIQUE id.	id.	id.
(γ) STR. PEGMATOÏDE Le quartz cristallise simultanément avec l'orthose en forme de pegmatite graphique ; il forme des trémies creuses avec allongement suivant l'arête du prisme.	(γ) STR. MICROPEGMATOÏDE[1] (*Str. granophyrique.*) id.	id.	id.
	(φ) STR. GLOBULAIRE[2] (*Str. microfelsitique pour partie.*) Sphérolites radiés, imprégnés de quartz orienté dans un sens optique unique. Le magma est souvent composé de grains de feldspath et de quartz sans contours nets (*allotriomorphe*).	Semi-cristallin. (*Hypo-cristallin.*)	Fluidalité parfois apparente.
	(π) STR. PÉTROSILICEUSE[3] (*Str. microfelsitique.*) Traînées et sphérolites à croix noires de matière radiée à structure concrétionnée.	Semi-cristallin à vitreux. (*Hypocristallin à vitrophyrique.*)	Fluidalité. Fissures perlitiques. Vacuoles.

[1] Etoilements des micropegmatites (*Pseudosphérolites*). [2] Globules imprégnés de quartz orienté, auréoles (*Hœfe, rundliche Quarzmasse*). [3] Sphérolites pétrosiliceux (+) (*Felsosphérites*). Sphérolites colloïdes (–). Sphérolites de verre comprimé ou perles (—). Sphérolites d'orthose (*sphérocristaux*).

Roches sans excès de silice dans le magma de seconde consolidation.
(Roches basiques.)

STRUCTURES GRANITOÏDES (Γ)	STRUCTURES TRACHYTOÏDES (Π)	ÉTAT CRISTALLIN	ACTIONS MÉCANIQUES IMMÉDIATES
(δ) STR. GRENUE (*Hypidiomorphe*, rarement *panidiomorphe miarolitique.*) C'est un feldspath qui moule tous les autres éléments dont les dimensions sont également développées dans tous les sens (*isométriques*).	(δ) STR. GRENUE id.	Entièrement cristallin. (*Holocristallin.*)	Peu apparentes.
(ω) STR. OPHITIQUE (*Str. interstitielle avec mesostasis.*) Un bisilicate (pyroxène, amphibole) sert de ciment aux cristaux de feldspath ou aux autres éléments.	(ω) STR. OPHITIQUE (*Str. diabasique, doléritique, etc.*) id.	id.	id.
	(μ) ST. MICROLITIQUE[1] *Str. trachytique, andésitique, porphyritique, pilotaxitique, hyalopilitique, interstitielle pour partie.*) Microlites plus ou moins allongés, parfois encore voisins des formes cristallitiques.	Cristallin, semi cristallin à vitreux.	Fluidale ou enchevêtrée. Perlitique. Vacuolaire.

[1] La structure variolitique (ν) est une annexe de la structure microlitique, dans laquelle les formes cristalliques du feldspath dominent : orthose, oligoclase, labrador arborisés ou sphérolitiques à fibres négatives (—) (*sphérocristaux*).

Pour être absolument complet, ce tableau devrait mentionner quelques rares formations sphériques afférentes aux formes granulitiques ou grenues des structures granitoïdes : diorite orbiculaire de Corse, granite orbiculaire de Sardaigne (Ghistorraï)[1];

[1] Fouqué, *Bull. Soc. Min.*, X, 57.

elles témoignent d'un repos absolu durant le second temps, et, à l'inverse des autres formes sphérolitiques, elles paraissent de préférence au centre des dykes, loin des salbandes; leurs éléments comprennent en général tous ceux du magma encaissant, sans diminution du grain et seulement avec un arrangement râdial ou parfois concentrique.

Il me reste, en terminant ce chapitre, à récapituler les notions positives que l'on peut actuellement se flatter d'avoir sur les relations qui existent entre la structure, le gisement et l'âge géologique des roches.

Il y a lieu, à ce point de vue, de faire une distinction capitale entre les roches basiques et les roches à excès de silice libre : les expériences synthétiques, auxquelles nous nous sommes livrés, M. Fouqué et moi, ne laissent guère de doute sur l'influence capitale du facteur **température** dans la genèse des structures des roches basiques ; la pression et les minéralisateurs ont sans doute une action plus ou moins marquée sur la formation infratellurique des grands cristaux les plus anciens; mais cette influence est de second ordre et dès lors les structures ne sont vraiment dues qu'à la température initiale du magma, à ses variations consécutives plus ou moins brusques, enfin à la composition chimique du bain fondu. Une pareille constatation exclut toute liaison entre la structure et l'âge géologique des roches basiques; elle n'établit d'ailleurs qu'une liaison variable et incomplète entre ces structures et le gisement. Dès lors il faut s'attendre à trouver toutes les variétés de structure dans la plupart des groupes naturels de roches basiques, et, j'ai reconnu notamment que les diorites et diabases cambriennes du Beaujolais présentent toutes les structures grenue, ophitique, microlitique variolitique et sont par conséquent associées à des porphyrites[1]. Les mélaphyres en coulées de l'Esterel sont souvent entremêlés de diabases ophitiques[2]. Les basaltes d'Islande[3] alternent avec des dolérites également ophitiques. Le basalte demi-deuil du Mont-Dore[4] est une

[1] Michel Lévy, *Bull. Soc. Géol.* 1883, XI, 280.
[2] Potier, feuille d'Antibes, *Carte géologique détaillée de la France.*
[3] Bréon, *l'Islande.*
[4] Michel Lévy, C. R. XCVIII, 1884, n° 22.

roche mi-partie ophitique, mi-partie microlitique. M. Geikie signale la structure grenue des gabbros tertiaires en dômes dans les Hébrides. Enfin M. Lory a montré depuis longtemps, que la variolite de la Durance[1] est en relation avec les euphotides des Alpes, et j'ai confirmé que c'en est un facies de contact, de refroidissement brusque.

J'ai cherché à mettre en évidence que, tout au contraire, l'influence des **minéralisateurs** n'est pas un facteur négligeable de la structure des roches acides : l'exemple des aplites éminemment granitiques ou pegmatoïdes en filons minces et prolongés, celui des structures de contact des granites, si variées et si contradictoires en apparence, enfin la parenté si intime des microgranites d'épanchement avec les granites de profondeur, me paraissent autant de preuves de l'opinion que je soutiens ici; la genèse des structures des roches acides n'est donc pas aussi simple que celle des roches basiques et elle peut jusqu'à un certain point dépendre de la nature et de la quantité des **minéralisateurs** en jeu; elle est en outre en relation avec la **pression** et ne dépend pas seulement des conditions dans lesquelles le **refroidissement** du magma s'est opéré. On est donc en présence d'un problème complexe, sur lequel les expériences synthétiques ont encore jeté bien peu de lumière et il faut se contenter d'hypothèses basées sur le plus grand nombre d'observations possible.

A ce point de vue, on consultera avec fruit les dernières notes, citées plus haut, de MM. Le Verrier et Marcel Bertrand. M. Bertrand lie les éruptions des roches, dans l'espace et dans le temps, aux principaux ridements de l'écorce terrestre, et ne méconnaît pas l'ordre apparent de sortie des roches acides qui ressort notamment de l'étude de la chaîne hercynienne : granites, granulites, microgranulites, porphyres pétrosiliceux et pechsteins. Si l'on pouvait en effet peser les roches acides qui sont antérieures au culm, postérieures à ce terrain mais antérieures au houiller supérieur, enfin contemporaines du houiller supérieur et du permien, on trouverait des chiffres convaincants (tout au moins en France)

[1] Lory, *description géologique du Dauphiné*, 1860, 577. — Michel Lévy, *Bull. Soc. Géol.*, 1877. V, 232.

pour affirmer la succession *granites*, *microgranites*, *porphyres pétrosiliceux*, telle que Gruner l'a établie le premier.

Si nous sortons de la chaîne hercynienne, nous trouvons une récurrence qui m'avait déjà frappé en 1875, et qui embrasse les éruptions acides de l'époque tertiaire, en relation avec le soulèvement alpin.

Il faut de plus en admettre une autre bien évidente, contemporaine de la série précambrienne, et que les travaux des pétrographes anglais et de M. Irving (lac Supérieur) ont mise hors de doute; MM. Barrois, Oehlert et Bigot en retrouvent en ce moment des indices en Bretagne, dans la Mayenne et dans le Cotentin.

Quant à l'explication théorique que M. Bertrand cherche dans l'existence de grands laccolites intratelluriques, je lui préfère les sortes de cloches infratelluriques, imaginées par M. Le Verrier et coïncidant précisément avec les points faibles de l'écorce terrestre, prédestinés aux futurs plissements et aux écrasements, quelle qu'en soit l'origine.

Il est clair d'ailleurs que cette sorte d'élaboration, subie en profondeur par les roches acides, ne suppose un ordre d'épanchement, un âge géologique liés à la structure, que pour chaque région considérée isolément : cette hypothèse a toujours été celle que j'ai personnellement adoptée[1]; il n'est pas douteux qu'en Europe les deux principales récurrences soient carbonifère et tertiaire. Du reste il me paraît actuellement prouvé que non seulement il faut admettre une troisième récurrence dans le précambrien, mais qu'il doit y en avoir d'autres coïncidant avec les rivages fracturés des anciennes mers, sans d'ailleurs qu'il y ait lieu de distinguer si elles appartiennent au faciès pacifique ou atlantique de M. Suess.

Les causes actuelles nous montrent une liaison bien nette entre les phénomènes volcaniques et les régions fracturées longeant les rivages; cette liaison a existé de tout temps; les éruptions hercyniennes coïncident avec les rivages du culm. Il est donc probable que dans les parties de notre globe où les mers

[1] *Bull. Soc. Géol.* 1877, 175.

jurassiques et crétacées remplissaient ces conditions, on trouvera des appareils volcaniques et, à leur base, des séries acides rangées, au moins quant à leur masse, dans l'ordre habituel[1].

On voit, par tout ce qui précède, qu'il est nécessaire d'asseoir une classification pétrographique rationnelle sur des faits contingents, indépendants d'hypothèses géogénétiques, et que la considération de l'âge des roches, à ce point de vue, est aussi hypothétique que celle de leurs conditions de gisement dans les profondeurs ou à la surface. Etant donné un échantillon de provenance inconnue, il est indispensable et il est possible de le nommer et de le décrire sans amphibologie. Il n'est possible d'en déterminer, avec certitude et précision, ni le gisement ni l'âge géologique.

[1] MM. Stelzner et Steinmann ont signalé, à ce point de vue, dans les Andes des porphyres jurassiques, déjà étudiés par M. Pissis.

CHAPITRE III

De la composition minéralogique des roches et de l'ordre de consolidation de leurs principaux éléments considérés au point de vue d'une classification rationnelle.

Après avoir tenu compte des structures, c'est toujours, en dernière analyse, à la composition minéralogique, à l'énumération méthodique des principaux éléments qu'on est forcé de recourir pour achever de définir une roche. Parmi ces éléments, les uns sont accessoires et se trouvent répartis en petites quantités dans toutes les séries : tels sont les spinelles, le fer titané, l'apatite, le zircon. Les autres sont abondants, essentiels, caractéristiques; dès 1879, nous avons insisté, M. Fouqué et moi[1] sur la distinction du groupe ferro-magnésien coloré et de celui des éléments incolores alcalino-terreux. Nous nous étions d'ailleurs toujours efforcés[2] de ranger par ordre de cristallisation les divers minéraux d'une roche, sans nous dissimuler les difficultés inhérentes à ces rangements et les variations assez fréquentes qu'on y constate.

M. Rosenbusch a cru pouvoir généraliser les résultats obtenus dans cet ordre de recherches et il formule ainsi les lois afférentes à la consolidation des éléments des roches de profondeur :

1° Le magma subsistant à un moment donné est plus acide que la somme des produits déjà consolidés;

2° En général, les éléments peu abondants épuisent leur consolidation avant la fin de celle des éléments abondants.

[1] *Minéralogie micrographique*, p. 147 et suivantes.
[2] *Bull. Soc. Géol.* III, 1874, 200 et suivantes.

Dès lors, l'ordre de cristallisation serait le suivant :

1° Métaux et minéraux accessoires *(Erze)*;

2° Silicates ferro-magnésiens ;

3° Silicates alcalins et alcalino-terreux ;

4° Silice pure.

Dans les roches d'épanchement, à deux temps de consolidation distincts, les grands cristaux du premier temps, de formation intra-tellurique, suivent le même ordre que pour les roches de profondeur. M Rosenbusch reconnaît qu'ils peuvent continuer à croître, à se nourrir après l'épanchement de la roche. D'autres fois, tout au contraire, la variation brusque des conditions physiques du magma, notamment la sortie rapide des gaz et de l'eau sous pression, amènent la corrosion et la résorption de certains grands cristaux, tels que ceux de mica et d'amphibole dans les magmas basiques, où ils sont cerclés et épigénisés par des microlites de fer oxydulé et d'augite. Quoi qu'il en soit, l'épanchement a pu se produire prématurément et alors quand une série de grands cristaux manque, toutes les séries consécutives font aussi naturellement défaut.

Parmi les minéraux du second temps, la récurrence se produirait dans l'ordre direct et les termes qui manquent ici seraient à compter dans le même sens : jamais un groupe antérieur ne se produit quand un groupe postérieur fait défaut. Conformément à une observation qui est due à M. Fouqué[1], M. Rosenbusch constate ici qu'en général la seconde pousssée feldspathique est plus acide que la première. D'où il suit que la règle énoncée à propos des roches de profondeur, serait générale ; les éléments les plus basiques auraient une tendance à s'épuiser les premiers.

Ces règles, séduisantes par leur simplicité, ne paraissent pas avoir la généralité que leur auteur leur attribue : elles s'appliquent assez bien aux granites, aux syénites, à une partie des gabbros. Elles font entièrement défaut dans les gabbros à structure ophitique, dans la majeure partie des diorites, dans toute une classe importante des diabases. Ici, presque constamment, le bisilicate est postérieur au feldspath ; le fer oxydulé et le fer titané

[1] F. Fouqué. *Santorin*. — Voir *Minéralogie micrographique*, p. 155.

moulent également les cristaux allongés de feldspath; c'est même le cas du fer natif dans les dolérites d'Ovifak (Groënland) [1].

En réalité, les règles énoncées par M. Rosenbusch ne paraissent pas s'appliquer aux roches dans lesquelles le facteur principal de la cristallisation est la température, c'est-à-dire, en somme, aux roches de fusion ignée. Nos expériences synthétiques ont d'abord démontré que la majeure partie des minéraux de ces roches se séparent suivant leur ordre même de fusibilité : l'olivine, l'anorthite, la leucite, avant le pyroxène. D'autres éléments, tels que les spinelles, le fer oxydulé, sont dus à de véritables précipitations chimiques qui durent tout le temps de la cristallisation. Dans les basaltes demi-deuil du Mont-Dore, le magma ophitique joue le rôle de grands cristaux à formation intratellurique : les cristaux allongés d'anorthite et de labrador sont fichés dans de grandes plages de pyroxène titanifère violacé et l'ordre de succession des grands cristaux dominants est le suivant : olivine, feldspath, pyroxène. Le tout est noyé dans une pâte microlitique et vitreuse, à microlites de fer oxydulé, d'augite brun et de labrador que nous énumérons sans pouvoir les ranger par ordre d'âge; le restant de magma vitreux est constitué par un verre brun chargé de globulites et d'arborisations de fer oxydulé. On voit, par cet exemple topique, qu'il faut se garder de généraliser en pareille matière.

Néanmoins nous donnons ici la liste et l'ordre habituel des éléments dans les granites les plus basiques et les gabbros les plus acides en passant par les syénites; c'est à titre d'exemple et en outre, pour montrer comment, avec des notations faciles à retenir, on peut résumer la composition minéralogique d'une roche complexe.

Minéraux accessoires ferrugineux, titanifères etc.

F_1 Fer oxydulé.	F_6 Zircon.
F_2 Fer titané.	F_7 Sphène.
F_3 Spinelles.	F_8 Allanite.
F_4 Pérowskite.	F_9 Grenat.
F_5 Apatite.	

[1] Michel Lévy, *Bull. Soc. Min. de France*, I, 1878, p. 106.

Minéraux ferro-magnésiens.

O Olivine.	P_1 Pyroxène-Ægirine.	A_1 Amphiboles sodiques.
H_1 Hypersthène.	P_2 — Malacolite.	A_2 — vertes.
H_2 Bronzite.	P_3 — Diallage.	A_3 — brunes.
H_3-Enstatite.	P_4 — Augite.	M Micas noirs.

Feldspathides.

l Leucite.	s_1 Sodalite.
n Néphéline.	s_2 Haüyne.
h Mélilite (humboldtilite).	s_3 Noséane.

Feldspaths.

a Feldspaths alcalins.	*t* Feldspaths alcalino-terreux.
a_1 Orthose.	t_1 Oligoclase-Andésine.
a'_1 Microcline.	t_2 Labrador.
a_2 Anorthose.	t_3 Anorthite.
a_3 Albite.	

Quartz et Mica blanc.

q Silice libre.
m Micas blancs.

Les notations que nous proposons se résument par l'emploi de la première lettre des minéraux composants, majuscule pour les séries ferrugineuses, minuscule pour les éléments incolores. Ceux qui sont en petite quantité et pour ainsi dire à l'état accidentel, seront en *italiques*[1]. Ils seront rangés de gauche à droite dans l'ordre du commencement de leur consolidation la plus habituelle. Les éléments de première consolidation, en débris plus ou moins résorbés, sont désignés par une barre supérieure; ceux du second temps sont de même désignés par une barre inférieure. On a fait précéder les symboles des minéraux par les lettres grecques désignant les structures caractéristiques de la roche, conformément aux tableaux des pages 29 et 30.

Comme exemples particuliers, nous donnerons les notations d'un granite basique, de passage aux gabbros, puis d'une syénite éléolitique.

Granite $\Gamma\alpha$ avec contacts $\Pi\alpha\gamma$ — $\overline{(F_{5\text{ à }8})\,(H_2P_2A_2\mathbf{M})\,(\mathbf{t}_1}\,\underline{\mathbf{a}_1\mathbf{a'}_1\mathbf{a}_3)\,(\mathbf{q})}$

Syénite éléolitique $\Gamma\delta$ avec contacts $\Pi\mu$ — $\overline{(F_{1\text{ à }8})\,(OM\mathbf{P}_3A_2\underline{\mathbf{P}_1)\,(\mathbf{s}_1\mathbf{n}t_1\mathbf{a}_{1.2})}}$

[1] Dans l'écriture courante, on pourra remplacer les lettres italiques par des lettres barrées transversalement ou en diagonale.

Un gabbro, une diabase à structure ophitique, se noteraient de la façon suivante :

$$\text{Gabbro } \Gamma\omega - \overline{(F_{1.2.3\text{-}5.6})\ (O\,H_{1.2}\,A_3\,M)\ (t_{2\text{-}3})}\ \underline{}\!\!(P_3)$$

$$\text{Diabase } \Gamma\omega - \overline{(F_{1.2.5})\ (O\,P_1\,A_3\,M)}\ \underline{(t_{2\text{-}3})\ (P_{3.4})}$$

Prenons maintenant, comme exemples de roches porphyriques, deux de nos microgranulites se distinguant seulement par le fait que la seconde ne contient pas de grands cristaux de quartz.

$$\Pi\alpha\beta\gamma - \overline{(F_{5\text{-}8})\ (P_2\,A_2\,M)\ t_1\,\underline{a_1\,q}}$$

$$\Pi\alpha\beta\gamma - \overline{(F_{5\text{-}8})\ (P_2\,A_2\,M)\ t_1\,a_1}\,\underline{q}$$

Suivant le gisement, la première de ces roches sera, pour M. Rosenbusch, un *granit-porphyre* ou un *quartz-porphyre,* la seconde un *syénit-porphyre* ou un *porphyre sans quartz.* Les deux premiers noms se rapportent aux roches de filons et d'épanchement de la famille dont les granites sont les roches de profondeur. Les deux seconds seraient de la famille des syénites. Or, comme les syénites sont des roches ne contenant pas de quartz, M. Rosenbusch explique l'apparition du quartz de seconde consolidation dans les roches d'épanchement ou de filons, en posant en principe que ces séries doivent être nécessairement plus acides que les roches de profondeur correspondantes ; question de densité.

Mais comme, d'autre part, il reconnaît qu'un épanchement plus hâtif, une montée plus rapide, peuvent avoir interrompu prématurément l'élaboration des grands cristaux, on en est réduit en dernière analyse à trouver une raison plus contingente pour expliquer l'abus de noms différents désignant des roches de même structure et de même composition minéralogique.

Cette raison tient à ce que M. Rosenbusch, pour classer les roches porphyriques, ne considère que les grands cristaux de première consolidation. Dès lors, comme il n'admet, dans les roches granitoïdes (pour lui de profondeur), qu'un temps de consolidation, il est invinciblement entraîné à ne plus comparer que *les grands cristaux des roches porphyriques* (soit un tiers à un quart de la roche) *à l'ensemble des éléments cristallins des roches granitoïdes.*

La classification que nous avons proposée, M. Fouqué et moi[1], est fondée sur un principe plus large et je pense qu'elle aurait évité à M. Rosenbusch certains groupements extraordinairement artificiels, dont son chapitre des *porphyrites* (devant correspondre aux diorites) peut donner une idée ; il y a dans ce chapitre des représentants des microgranulites acides avec magma de seconde consolidation riche en orthose et en quartz ; des orthophyres, des porphyrites franches, et même quelques types indécis de mélaphyres ; en tout cas il correspond bien certainement à tous les facies de profondeur depuis les granites jusqu'aux diabases.

Le principe auquel nous avons recouru consiste à ranger, par ordre de consolidation, tous les éléments d'une roche, ceux de première comme ceux de seconde consolidation.

L'élément coloré ferro-magnésien le plus basique sert de point de départ pour l'appréciation du maximum de basicité du magma ; l'élément incolore essentiel le plus acide permet celle de son maximum d'acidité. Eu égard aux observations générales, si bien présentées par M. Rosenbusch, sur l'acidité croissante des magmas en cours de consolidation, le minéral ferro-magnésien caractéristique sera ordinairement de première et de très ancienne consolidation, le minéral incolore caractéristique sera au contraire de deuxième consolidation et très récent.

Ce n'est donc pas pour des raisons théoriques que nous avons choisi, M. Fouqué et moi, l'élément blanc dominant de seconde consolidation comme entrée de notre classification : la nécessité de tenir compte de la basicité ou de l'acidité moyenne des roches nous a imposé ce choix. M. Rosenbusch ne donne d'ailleurs aucune raison pour justifier l'attribution du rôle dominant aux cristaux de première consolidation des roches porphyriques ; il est probable qu'il s'est laissé entraîner par les habitudes des anciens pétrographes il est en effet nécessaire de recourir au microscope pour la détermination des éléments de seconde consolidation.

Or, dans un grand nombre de séries naturelles, l'emploi du microscope est tout aussi nécessaire pour la détermination des éléments du premier temps que pour ceux du second. Parmi ces

[1] *Minéralogie micrographique*, 1879, 150.

derniers, le quartz et les divers modes de la silice libre se laissent facilement déterminer au premier coup d'œil; quant aux feldspaths en microlites, leurs formes et leurs extinctions dans la zone d'allongement permettent en général une séparation facile de l'orthose, de l'oligoclase, du labrador et de l'anorthite. Les contours, les inclusions et les propriétés chimiques des feldspathides en facilitent la reconnaissance. Les difficultés pratiques ne méritent donc nullement une pareille sélection, qui ne nous paraît justifiée par aucune raison valable et qui amène d'ailleurs à de véritables impossibilités, notamment pour les roches porphyriques pauvres en grands cristaux de feldspath du premier temps, comme les lamprophyres par exemple. En tout cas elle fausse très souvent la composition minéralogique moyenne des groupes qu'elle contribue à former et amène perpétuellement la confusion de roches relativement acides avec le type moyen plus basique. C'est ainsi, à notre sens, que M. Rosenbusch a été amené à penser que les roches d'épanchement étaient plus acides que les roches correspondantes de profondeur. On se demande dès lors pourquoi les liparites sont relativement rares durant les épanchements tertiaires et à quelle roche de profondeur correspondent en moyenne les basaltes si abondants. D'ailleurs l'observation directe ne justifie nullement cet aphorisme : on connaît des filons et probablement des épanchements authentiques de deux roches de profondeur : les granulites qui donnent des microgranulites (elvans), les syénites éléolitiques dont M. Rosenbusch a démontré la liaison avec les phonolites. Ici aucune apparence d'acidité croissante.

On est donc fondé à rapporter au principe même de la classification choisie par M. Rosenbusch l'éparpillement de vraies microgranulites jusqu'au sein du chapitre des porphyrites et un grand nombre d'autres associations qui n'ont rien de naturel.

Voici, du reste, deux tableaux qui rendent compte, sous une forme synoptique, des deux classifications en présence : celle que nous avons proposée en 1879, M. Fouqué et moi, celle que M. Rosenbusch a développée en 1887, dans la seconde édition de sa pétrographie (voir p. 42).

La correspondance des tableaux afférents, d'une part, aux

roches granitoïdes, de l'autre aux roches de profondeur, est p
pour les raisons énumérées plus haut. On remarquera seu
l'extension donnée à la classe des *diorites* par M. Rosenbus
sous les noms de *glimmerdiorite* et de *augitdiorite*, y co
nos **kersantites** et partie de nos **diabases**. Le nom de *t*
remplace aussi celui de **teschenite**.

Quant aux autres tableaux, les correspondances ne so
partielles. Elles deviennent cependant complètes pour q
séries dans lesquelles M. Rosenbusch, abandonnant la con
tion exclusive des grands cristaux, revient à celle de l'en
des minéraux de première et de deuxième consolidation; te
les *trachytes* dont M. Rosenbusch exclut toutes les roches à
libre de deuxième consolidation pour les reporter dans le c
des *liparites* qui correspondent ainsi assez exactement
rhyolites. Telles sont également toutes les roches à *feldspa*

Quoiqu'il en soit, il est permis de regretter que les
anciennement usités en pétrographie, soient aussi arbitrai
répartis dans les tableaux de classification. L'attribution de
différents aux séries tertiaires et antetertiaires est aussi arb
que possible; en outre, il serait à désirer que les vér
équivalents porphyriques de la série granitoïde eussent,
désinence près, les mêmes appellations. Il est à craindre qu
recule, longtemps encore, devant une unification de noms f
réaliser à la seule condition de laisser désormais entièrem
côté les anciens noms, mal définis par leurs premiers aute
qui ont été l'objet, de la part des pétrographes modernes
définitions les plus variées et les plus arbitraires.

L'emploi du mode de notations que j'ai proposé plus l
paraît soulever moins de difficultés et serait un achemine
vers l'unification du langage pétrographique.

En résumé, je me suis proposé :

1° De passer en revue les principales structures des ro
éruptives ;

2° De définir avec autant de précision que possible les fac
de la cristallisation dont les variations engendrent les div
structures ;

3° De démontrer qu'elles ne sont pas en liaison assez in

avec le mode de gisement pour que cette dernière notion puisse leur être substituée dans une classification rationnelle des roches éruptives;

4° De prouver que la considération exclusive des grands cristaux de première consolidation des roches porphyriques, pour déterminer le nom des familles, amène à des groupements arbitraires, peu comparables aux familles granitoïdes sur lesquelles tout le monde est à peu près d'accord.

Enfin j'ai dû réclamer incidemment, pour la plupart des structures des roches éruptives, la priorité en faveur des noms que je leur ai personnellement donnés.

/ ', / ' ;' '

CHAPITRE IV

Etude des subdivisions proposées par M. Rosenbusch.

Eu égard à l'importance du nouveau livre de M. Rosenbusch et à la masse de faits d'observation qui y sont résumés, il nous paraît utile de faire une première application de notre méthode de notation, en passant en revue les principales subdivisions adoptées par la nouvelle école allemande; chemin faisant, nous relèverons quelques erreurs afférentes à des roches françaises et nous comblerons quelques omissions.

Nous allons d'abord suivre exactement l'ordre adopté par M. Rosenbusch; puis nous condenserons les résultats obtenus dans un tableau général; enfin nous terminerons par quelques considérations sur les groupes naturels de roches.

ROCHES DE PROFONDEUR DE M. ROSENBUSCH[1]

GRANITES.— Les groupes proposés pour les granites par M. Rosenbusch sont identiques à ceux que nous avons adoptés et dont le service de la Carte géologique de la France poursuit la délimitation sur le terrain, depuis de longues années; ils comportent la série suivante :

1° *Granites* à mica blanc ou **granulites**.

$$\Gamma\alpha,\ \Gamma\beta,\ \Gamma\gamma - \overline{(\mathbf{F}_{5\,\text{à}\,8})\ (\mathbf{M})\ (t_1\mathbf{a}_1}\underline{\mathbf{\,a'_1\,a_3qm}})$$

Structures **granitique, granulitique, pegmatoïde**. M. Rosenbusch

[1] Dans ce qui va suivre, les noms résultant de la classification que nous avons proposée, M. Fouqué et moi, seront en **caractères gras**. Ceux de M. Rosenbusch seront en *italiques*.

n'attribue aux granites que les structures *hypidiomorphe grenue*, et *panidiomorphe grenue*.

2° *Granitites* ou **granites** dépourvus de mica blanc. La formule la plus générale serait la suivante :

$$\Gamma\alpha - \overline{(\mathbf{F}_{5\text{ à }8})\ (\mathbf{M})\ (\mathbf{t}_1 \underline{\mathbf{a}_1 a'_1 a_3 \mathbf{q}})}$$

Structure **granitique** ou *hypidiomorphe grenue*.

3° *Amphibolgranites* ou **granites à amphibole**.

$$\Gamma\alpha - \overline{(\mathbf{F}_{1\text{ à }8})\ (H_2 P_2 \mathbf{A}_2 \mathbf{M})\ (\mathbf{t}_{1\text{-}2} \underline{\mathbf{a}_1 \mathbf{q}})}$$

Structure **granitique** ou *hypidiomorphe grenue*.

Syénites.— M. Rosenbusch distingue, parmi les syénites, trois groupes principaux :

1° *Mica-syénites* ou **syénites à mica noir, minettes.**

$$\Gamma\delta - \overline{(\mathbf{F}_{1\text{ à }8})\ (P_2 A_2 \mathbf{M})\ (t_1 \underline{\mathbf{a}_1})}$$

Structure **grenue** ou *hypidiomorphe grenue*;

2° **Syénites** proprement dites. Structure **grenue.**

$$\Gamma\delta - \overline{(\mathbf{F}_{1\text{ à }8})\ (P^2 \mathbf{A}^2 M)\ (\mathbf{t}_1 \underline{\mathbf{a}_1 a'_1})}$$

3° *Augit-syénites*. Ce groupe, de l'aveu même de M. Rosenbusch, est absolument artificiel; il se rattache pour partie aux **diabases**, pour partie aux **syénites éléolitiques**.

Variétés rentrant dans le groupe des **diabases** (Monzoni, Predazzo, Mont-Blanc) :

$$\Gamma\delta,\ \Gamma\omega - \overline{(\mathbf{F}_{1\text{-}4})\ (\mathbf{H}_2 \mathbf{P}_2 A_{1\text{-}2})\ \underline{(\mathbf{t}_2 \mathbf{a}_1)}}\ \underline{(\mathbf{P}_2)}$$

Structures **grenue,** parfois **ophitique.**

Variétés rentrant dans le groupe des **syénites éléolitiques** (Sud de la Norwège, Brésil).

$$\Gamma\delta - \overline{\mathbf{F}_{1\text{-}4}\ (\mathbf{P}_{1\text{-}3} A_{1\text{-}2})\ \underline{n s_3 \mathbf{a}_2}}$$

Structure **grenue.**

Syénites éléolitiques. — Une étude approfondie a conduit M. Rosenbusch à réunir dans un seul groupe la syénite éléolitique, la miascite, la foyaïte, la ditroïte. Il distingue seulement

deux variétés suivant la richesse en feldspath : si elle est **grande**, il y a passage aux syénites et aux phonolites ; sinon il y a **parenté** avec les diabases. Les massifs de syénite éléolitique deviennent porphyriques sur les bords et présentent alors une structure microlitique et un faciès absolument phonolitique.

$$\Gamma\delta\text{; passages à II}\mu \text{ — } \overline{(\mathbf{F}_{1\text{-}8})\,(OM\mathbf{P}_3A_2\underline{\mathbf{P}_1M)\,(\mathbf{s}_1\mathbf{nt}_1}}\underline{\mathbf{a}_{1.2.3}\mathbf{s}_1})$$

Structure **grenue** (très rarement *panidiomorphe* avec vides *miarolitiques* remplis de microcline, d'après M. Rosenbusch).

D'après nos propres observations, la **ditroïte** mérite à tous égards d'être séparée des autres syénites éléolitiques : elle est riche en microcline, pauvre en pyroxène. C'est un type acide à paralléliser avec les vraies syénites et non avec les diabases.

DIORITES. — M. Rosenbusch réunit aux diorites à amphibole, les seules classiques, des roches à feldspath alcalino-terreux et mica ou même augite. Nous allons d'abord suivre sa classification, en mettant, en face de ses noms, les nôtres :

1° Groupe des diorites micacées, *glimmerdiorites*.

Quarz-glimmerdiorites ; partie de nos **kersantites**, de nos **granites**, de nos **microgranites**.

$$\Gamma\alpha,\ \Gamma\gamma \text{ — } \overline{(\mathbf{F}_{5\text{ à }8})\,(\mathbf{M}P_2A_2)\,\underline{(\mathbf{t}_1}}\underline{\grave{\mathbf{a}}_1\mathbf{q}})$$

Très souvent, le quartz et l'orthose de seconde consolidation s'associent en forme de **micropegmatite**.

Glimmerdiorites, équivalent de nos **kersantites**.

$$\Gamma\delta \text{ — } \overline{(\mathbf{F}_{5\text{ à }8})\,(\mathbf{M}P_2A_2)}\ \underline{(\mathbf{t}_{1\text{-}2})}$$

Structure **grenue**, parfois *panidiomorphe* avec vides remplis de calcite.

2° *Diorites* proprement dites. Roches en relation de parenté avec les granites à amphibole. M. Rosenbusch y comprend les diorites d'Aydat (Puy-de-Dôme) ; les diorites d'épanchement du flysch de Serbie, etc.

Quartz-diorites (tonalite d'Adamello) ; partie de nos **diorites**, des **granites à amphibole**.

$$\Gamma\alpha \text{ — } \overline{(\mathbf{F}_{1\text{ à }8})\ (M\mathbf{A}_2)}\ \underline{(\mathbf{t}\,a\,\mathbf{q})}$$

Diorites, partie de nos **diorites**, partie de nos **diabases ouralitisées** (*épidiorites*).

$$\Gamma\delta,\ \Gamma\omega - \overline{(\mathbf{F}_{1\ \text{à}\ 8})\ (MP_{2\text{-}3}\mathbf{A}_2)}\ \underline{(\mathbf{t})\ (\mathbf{A}_2)}$$

3° *Augit-diorites;* groupe mal défini, rentrant totalement dans les **microgranulites** à pyroxène et dans les **diabases** ou **gabbros ouralitisés**.

Parmi les microgranulites à pyroxène, nous rangerons les *Andendiorites* de M. Stelzner à structure pegmatoïde ; une partie des *banatites*. M. Rosenbusch cite ici les *hémithrènes* de Lecoq, qui sont ou des aplites ou des tufs porphyriques de l'âge du culm.

Parmi les gabbros ou les diabases, on peut citer certaines banatites.

$$\text{Quartz-augit-diorites : } \Gamma\alpha,\ \Gamma\gamma - \overline{(\mathbf{F})\ (\mathbf{P}AM)\ \mathbf{t}_1}\ \underline{\mathbf{a}_1\ \mathbf{q}}$$

$$\text{Augit-diorites : } \Gamma\delta,\ \Gamma\omega - \overline{(\mathbf{F})\ (\mathbf{H}_2\mathbf{P}_{2\text{-}3}\mathbf{A}_2)}\ \underline{\mathbf{t}\ (\mathbf{P}_{2\text{-}3}\mathbf{A}_2)}$$

En résumé, les **diorites** proprement dites, dans lesquelles l'amphibole est de consolidation antérieure au feldspath, sont extrêmement rares; dans ce cas, elles se rattachent intimement aux **granites** et **microgranites**, aux **kersantites**, parfois aux **diabases**.

Il existe en outre un grand nombre de diorites qui ne sont que des **diabases ouralitisées** à structure ophitique, ou encore des **gabbros ouralitisés** à structure grenue; l'amphibole y est alors secondaire et postérieure au feldspath. Le groupe des diorites, tel que l'a constitué M. Rosenbusch, ne peut absolument pas être considéré comme un groupe naturel; il contient des roches de profondeur, des roches de filons, des roches d'épanchement, allant des granites aux diabases.

Quant aux roches, dites *hémithrènes* du plateau central, M. Rosenbusch a été induit en erreur par l'incroyable mélange que Von Lasaulx a décrit sous le nom [1], en étudiant des fragments de roches que lui avait donnés Lecoq. J'y ai reconnu : 1° de la **granulite** en filon mince (La Goutelle); 2° du **tuf orthophyrique** de l'âge du culm (Bromont); 3° des cornes vertes cambriennes ou **schistes amphiboliques et granatifères** (Saint-Genest-Champanelle,

[1] Von Lasaulx, *L. Iahrb.* 1874, 230 à 261.

Berzet); 4° des **diabases et diorites** antérieures au granite (Aydat, Verneuges, etc.); 5° du **granite à amphibole** des mêmes localités[1].

GABBROS. — La classification de M. Rosenbusch concorde entièrement ici avec celle des anciens auteurs, que nous avons nous-même adoptée : ils se subdivisent en **gabbros** proprement dits quand le diallage P_3 domine sur le pyroxène rhombique, et en **norites** quand l'inverse a lieu ; les gabbros et les norites peuvent être ou non **à olivine**.

Quant à la structure, elle est le plus souvent **grenue**; M. Rosenbusch lui trouve un aspect décelant le calme de la profondeur, bien qu'elle n'offre aucun exemple de structure *miarolitique*. Cependant il y a aussi des passages à la structure **ophitique**. L'énumération de M. Rosenbusch comprend d'ailleurs nombre de gabbros authentiques d'épanchement, tels que ceux du flysch de Bosnie, ceux des dômes tertiaires des Hébrides, etc.

M. Rosenbusch fait ressortir, comme caractéristiques des gabbros, un certain nombre de formes d'actions secondaires telles que : l'*ouralitisation schisteuse* des bords des dykes donnant naissance à de fausses amphibolites; la transformation des fedspaths en *saussurite* (zoïsite, trémolite, wernérite); enfin le développement si original des *couronnes* de diverses variétés d'amphibole et notamment de la trémolite, au contact de l'olivine et du feldspath. Ces zones se produisent également au contact de l'hypersthène et du feldspath dans le gabbro d'Arvieux, étudié par M. Bergeron.

Les *gabbros tachetés*, dont j'ai déterminé la vraie nature en 1878[2], se chargent de dipyre grenu au contact des filons d'apatite de Norwège.

Voici, en résumé, les formules générales représentant les gabbros.

$$\Gamma\delta - \overline{(F_{1\cdot 3}\mathbf{F}_2 F_{5\cdot 6})\,(\mathbf{OH}_2 A_3\, M}\ \overline{[\mathbf{H}_1\mathbf{P}_3]\,)}\ \underline{\mathbf{t}_2}_{\cdot 3}$$

$$\Gamma\omega - \overline{(\mathbf{F}_1\mathbf{F}_{2\cdot 3}\mathbf{F}_{5\,6})\,(\mathbf{OH}_2\mathbf{A}_3\mathbf{M})}\ \underline{(\mathbf{t}_{2\cdot 3})\ ([\mathbf{H}_1\mathbf{P}]\,\mathbf{F}_{1.2\cdot 3})}$$

---

[1] Michel Lévy, *Feuille de Clermont-Ferrand, publiée par le Service de la Carte géologique de France*, 1887.

[2] *Bull. Soc. Min.* I, 1878, 43.

Diabases. — Les classifications concordent encore ici et admettent des **diabases** avec ou sans **olivine**. La structure est le plus souvent **ophitique**. D'après M. Rosenbusch, la structure **grenue** est très rare et ne s'applique qu'aux roches de la série pauvres en bisilicate, riches en feldspath; les diabases seraient des roches d'intrusion superficielle dont les gabbros seraient le faciès profond. En fait M. Rosenbusch est amené à cette hypothèse à cause du nombre extraordinaire de diabases franches d'épanchement, passant au faciès porphyrique.

Les **diabases** proprement dites comprennent les *leucophyres* (Gümbel) du silurien supérieur de Bavière, type acide avec orthose (?) et quartz; les *quartz-diabases* de M. Törnebohm (Suède); les *salit-diabases* de Suède, du Connecticut; les *enstatit-diabases* du cambrien du Pays de Galles; les *épidiorites* en filons minces dans le cambrien supérieur (Gümbel) qui ne sont autres que des diabases ouralitisées à la façon de celles du Beaujolais ou du lac d'Aydat; les *protérobases* de M. Gümbel, roches d'intrusion de la base au milieu du silurien dont le nom paraît justifié à M. Rosenbusch par la présence d'une amphibole primordiale (?); les *ophites triasiques* des Pyrénées, celles d'Espagne, du Portugal (associées à des teschénites), de Teschen et Neutitschein (Carpathes) également associées à des teschénites à analcime, en filons-lits dans le terrain crétacé.

Les **diabases à olivine** correspondent aux trapps anglais, à une partie des mélaphyres du rothliegendes (provinces rhénanes, Esterel, roches diamantifères du Cap, etc.).

La formule générale, représentant les diabases, sera la suivante:

$$\Gamma\delta - \overline{(F_{1.5}\mathbf{F}_2)(0P_2A_3MP_{3.4})\ \underline{\mathbf{t}_{1\text{ à }3}}}$$
$$\Gamma\omega - \overline{(F_{1.5}\mathbf{F}_2)\ (0P_2A_3M)}\ \underline{(\mathbf{t}_{1\text{ à }3})\ (\mathbf{F}_{1.2}\mathbf{P}_{3.4})}$$

Ici l'action secondaire caractéristique consiste dans la transformation successive du bisilicate en diallage, en amphibole, en chlorite et épidole (**ouralitisation**) dont j'ai donné, dès 1878, une description complète à propos des ophites des Pyrénées.

La *sordawalite*, verre de diabase, et la **variolite** sont des faciès de contact des diabases.

Théralites. — Equivalent de nos **teschénites**. Gisements très peu répandus : M. Rosenbusch préfère l'exemple de Montana, décrit en 1885 par M. Wolf (*northern transcontinental Survey*), à ceux de Teschen ou du Portugal, dans lesquels la néphéline paraît entièrement transformée en analcime.

$$\Gamma\delta \text{ — (Montana) } \overline{(F)\,(OMP_{1\text{-}2})\,(}\underline{snt_1a_2)}$$

$$\Gamma\delta \text{ — (Teschen) } \overline{(F)\,(P_1A_1M)}\,\underline{(n?t)}$$

Péridotites. — M. Rosenbusch conserve un grand nombre de subdivisions, peut-être réductibles, dont voici les formules :

Picrite correspondant aux diabases			$\Gamma\delta$ —	$\overline{(F_{1\text{-}2})\,(O}\,\underline{P_4A_3M)}$
Wehrlite	—	gabbros	»	$\overline{F_9O}\,\underline{P_3}$
Harzburgite	—	norites	»	$\overline{(F_3)(OH_2}\,\underline{P_3H_1M)}$
Lherzolite	—	id.	»	$\overline{(F_{3\text{-}9})\,(OH_1}\,\underline{P_3P_1)}$
Amphibolpicrite	—	id.	»	$\overline{OH}\,\underline{A_2M}$
Dunite	—		»	F_3O

Le type, de beaucoup dominant, est celui des lherzolites passant aux norites par apparition de l'anorthite. Celles de la Serrania de Ronda nous ont donné, à M. Bergeron et à moi, la succession suivante :

$$\Gamma\delta \text{ — } \overline{(F_3)}\,\underline{O\,t_3\,(P_3H_1)\,H_2\,M}$$

ROCHES DE FILONS DE M. ROSENBUSCH

Filons granitiques. Aplites. — Les aplites des auteurs allemands représentent nos filons minces et souvent très prolongés de **granulites**; M. Rosenbusch les considère aussi comme des granites à muscovite; il se refuse à ranger les pegmatites dans les roches éruptives. Structure *hypidiomorphe* et surtout *panidiomorphe grenue*, c'est-à-dire essentiellement **granulitique** avec passages fréquents à la structure **pegmatoïde**.

$$\Gamma\beta,\ \Gamma\gamma \text{ — } \overline{(F_{1\cdot5\cdot6\cdot9})\,(M)\,(t_1}\,\underline{a_1\,a'_1\,a_3\,qm)}$$

FILONS GRANIT-PORPHYRIQUES. GRANITPORPHYRES — Ce sont les équivalents d'une partie de mes **microgranulites**; les deux temps de consolidation commencent à y devenir nettement distincts. Structures **granitique, granulitique, pegmatoïde,** avec **étoilements de micropegmatite** *(pseudo-sphérolites* et *sphéro-cristaux* d'orthose).

$$\Pi\alpha,\ \Pi\beta,\ \Pi\gamma - \overline{(\mathbf{F}_{5.6})\ (H_2 P_2 \mathbf{A}_2 \mathbf{M})\ (\mathbf{t}_1 \underline{\mathbf{a}_1 \mathbf{q} \pm \mathbf{m}})}$$

SYENIT-PORPHYRES. — Bien que M. Rosenbusch veuille en faire l'équivalent filonien des syénites de profondeur, je pense qu'il faut seulement y voir des variétés basiques de **microgranulites** dans lesquelles l'élaboration des grands cristaux s'est arrêtée avant la formation du quartz bipyramidé. En effet, ces *syénit-porphyres* contiendraient toujours du quartz de seconde consolidation. Ils ne correspondent donc généralement pas à nos orthophyres qui sont relégués avec les porphyrites de M. Rosenbusch. Mêmes structures que pour les *granit-porphyres.*

$$\Pi\alpha,\ \Pi\beta,\ \Pi\gamma - \overline{(\mathbf{F}_{1.5.6})\ (\mathbf{P}_2 \mathbf{A}_2 \mathbf{M})\ (\mathbf{t}_1 \underline{\mathbf{a}_1 \mathbf{q}})}$$

ELÉOLIT-SYÉNIT-PORPHYRES. — Représentés par quelques roches de Predazzo (liébénérite) et du Groenland (gieseckite). Ce sont, à proprement parler, des **orthophyres à néphéline**. Structure microlitique.

$$\Pi\mu - \overline{(\mathbf{F})\ (\mathbf{AM})\ (\mathbf{n}\underline{\mathbf{a}_1})}$$

DIORIT-PORPHYRITES. — Cette famille, définie seulement par le fait que les grands cristaux dominants sont de feldspath alcalino-terreux, comprend des **microgranulites**, des **orthophyres**, des **porphyrites**. M. Rosenbusch y distingue les *quartzglimmerdioritporphyrites,* équivalents des palæophyres du Fichtelgebirge (Gümbel) en filons minces dans le silurien ; ces roches contiennent des grands cristaux d'oligoclase zonaire, de mica brun, de hornblende brune et quelques grains de quartz très corrodé, dans un magma **microgranitique** d'orthose *idiomorphe* et de quartz *allotriomorphe.*

$$\Pi\alpha - \overline{(\mathbf{F})\ (\mathbf{A}_3 \mathbf{M})\ (\mathbf{t}_1 \underline{\mathbf{a}_1 \mathbf{q}})}$$

Il me paraît inutile d'insister sur ce fait qu'une pareille roche ne peut dériver d'une diorite en profondeur; elle est beaucoup trop acide; c'est une **microgranulite**.

Les *dioritporphyrites* normales, dans lesquelles M. Rosenbusch rangerait les chlorophyres de Dumont (Quenast, Lessines), s'ils ne paraissaient rentrer dans les roches d'épanchement, comprennent surtout des **orthophyres** et accessoirement des **porphyrites** à structure microlitique.

$$\Pi\mu - \overline{(F)\,(AM)\,(t_1}\underline{(t_1 \pm a_1)}$$

M. Rosenbusch y range un orthophyre de la vallée du Lys, près Bagnères-de-Luchon, avec grands cristaux de hornblende brune, biotite, plagioclases très basiques, sphène accessoire, et microlites d'orthose, de biotite, de hornblende clair-semée.

Filons lamprophyriques. — Les lamprophyres de M. Rosenbusch méritent une place spéciale dans sa classification : ils comportent deux poussées des minéraux ferro-magnésiens; une seule, de seconde consolidation, des feldspaths. Dès lors, si l'on appliquait rigoureusement les principes, il faudrait reléguer les lamprophyres dans les cases équivalentes aux péridotites de profondeur. M. Rosenbusch a reculé devant cette extrémité, et il fait entrer en ligne de compte, pour cette fois seulement, le feldspath de seconde consolidation. Si l'orthose domine, on aura affaire aux *lamprophyres syénitiques;* si c'est un plagioclase, aux *lamprophyres dioritiques.* Tous sont riches en apatite, pauvres en fer oxydulé et en zircon. L'olivine y est relativenent abondante; le développement des carbonates secondaires, la transformation en chlorite et en serpentine des éléments ferro-magnésiens sont communs à toute la série.

Le nom de *lamprophyres* a été appliqué par M. Gümbel à de nombreux filons perçant le culm dans le Thuringerwald. Il est aisé de voir que ce groupe intéressant correspond géologiquement aux **porphyrites micacées** du Morvan et de Commentry, aux **kersantites** de Bretagne, aux *glimmerpicrophyres* de Bohême (Boricky).

Au point de vue minéralogique, nous ferons la remarque générale qu'on y a singulièrement abusé de l'olivine; M. Rosenbusch, suivant les déterminations de Boricky, admet l'apparition de ce

minéral basique dans des roches à orthose et à quartz de la série. Or ces déterminations procèdent exclusivement des profils des sections, car le minéral primitif est entièrement épigénisé en chlorite, etc. Nous ne pouvons admettre, sans preuve formelle, de pareilles associations anormales, surtout parce que les sections contestées présentent des indices trop fréquents et trop évidents de groupements et même de mâcles, que l'olivine ne présente pas. L'acuité des pointements n'est pas un fait suffisamment probant à lui seul, et les sections peuvent être rapportées tantôt au pyroxène, tantôt même à la biotite.

Au point de vue géologique, nous rappellerons ici (voir p. 10) que les représentants français des *lamprophyres*, extrêmement répandus, comprennent les *dioritines*, les *basanites*, les *traps*, les *fraidronites*, etc., des anciens auteurs et sont en liaison évidente (Autun, Commentry, Rive-de-Gier, Ahun, etc.) avec des nappes et des dômes d'épanchement.

Lamprophyres syénitiques. — Prédominance de l'orthose de seconde consolidation, associé ou non à du quartz en petite quantité. M. Rosenbusch propose le nom de *minette* quand la biotite domine, de *vogésite* quand l'amphibole est plus abondante. Il y aurait des *minettes* à hornblende, à augite, voire même à olivine (*pilitminettes*); et de même des *vogésites* à hornblende et à augite.

Quant aux structures, elles sont fort instructives, tantôt granitoïdes, tantôt porphyriques. Dans les *lamprophyres* à structure grenue, l'épuisement d'un minéral se fait en un seul temps, sans masquer l'existence de deux périodes distinctes : structure *panidiomorphe* avec très petits vides *miarolitiques* remplis de quartz. Parfois, cependant, le feldspath joue le rôle de ciment, notamment dans certaines *vogésites* où il apparaît en taches isolées moulant les aiguilles de hornblende. Cette description nous montre avec évidence que les *lamprophyres* à **structure grenue**(δ) correspondent à nos **minettes** et à nos **syénites**, et présentent des passages aux microgranulites basiques, ce qui est en effet le cas dans la série du Morvan par exemple.

La récurrence nette, avec grandeurs distinctes, des éléments ferrugineux, conduit à la structure porphyrique; nous avons

montré depuis longtemps que les **orthophyres** micacés ou amphibologiques de la série avaient une grande tendance à prendre la structure **variolitique**[1], avec arborisation du feldspath, sur les bords des filons ou des épanchements. M. Rosenbusch confirme cette observation, mais il ne paraît pas connaître les variétés vacuolaires, qui sont si fréquentes au voisinage des coulées du bord du bassin d'Autun.

Les *glimmerpicrophyres* de Boricky sont pour M. Rosenbusch des *minettes augitiques grenues* avec olivine et ce minéral n'apparaîtrait qu'en compagnie du pyroxène; nous pouvons affirmer que les sections à pointements aigus, prises ici pour de l'olivine, apparaissent dans les **minettes** et les **orthophyres micacés** les plus acides et les plus dépourvus d'augite.

La formule générale serait la suivante :

$\Gamma\delta$, passages à $\Gamma\alpha$ (minettes)
$\Pi\mu$ et $\Pi\nu$, passages à $\Pi\alpha$ et $\Pi\gamma$ (orthophyres) } $\overline{(\mathbf{F}_{1.5})\ (\pm O(?)\underline{P_2A_3\mathbf{M}})}\ \underline{(t_1\mathbf{a}_1\pm q)}$

Lamprophyres dioritiques. — Prédominance des felspaths alcalino-terreux dans le magma de seconde consolidation.

M. Rosenbusch réserve le nom de *kersantites* aux roches de la série riches en mica, et propose celui de *camptonites* pour celles dans lesquelles l'amphibole prédomine.

Il est inutile de répéter ici ce qui a été dit sur la structure des lamprophyres syénitiques. Les *kersantites* correspondent à nos **kersantites**[2] avec passages aux micropegmatites, et à nos **porphyrites micacées**, suivant que la structure est **grenue** ou **microlitique**. Les *camptonites* ne comprennent guère que des roches à structure **microlitique** et correspondent à nos **porphyrites amphiboliques**, très abondantes notamment dans le Beaujolais et aux environs de Thiers. La formule générale serait la suivante :

$\Gamma\delta$, passages à $\Gamma\gamma$ (kersantites).
$\Pi\mu$ et $\Pi\nu$ (porphyrites micacées et amphiboliques). } $\overline{(\mathbf{F}_{1.5})\ O\underline{\mathbf{P}_2\mathbf{A}_3\mathbf{M}})}\ \underline{(\mathbf{t}_{1\text{-}3}\pm aq)}$

Les *camptonites* (diorites basiques) du New-Hampshire, décrites

[1] *Bull. Soc. Géol.* 1878, VII, 878.

[2] Michel Lévy et Douvillé. *Bull. Soc. Géol.* 1876, V, 51.

par M. Hawes, ont un aspect compact basaltique et sont des **porphyrites amphiboliques** très basiques, admettant quelques grands cristaux de plagioclase.

M. Rosenbusch croit devoir ranger dans ses *dioritporphyrites* les kersantites quartzifères récentes d'Espagne, décrites par M. Barrois, dont la structure et la composition font des **microgranulites** basiques de passage aux **kersantites** et aux **porphyrytes micacées**. Voici leur formule :

$$\Pi\alpha,\ \Pi\gamma,\ \text{passages à}\ \Pi\mu\ -\ \overline{(\mathbf{F}_{1\cdot5})\ (\mathbf{H}\mathbf{P}_3\mathbf{A}_3\mathbf{M})}\underline{(\mathbf{t}_{1\cdot3}\pm\mathbf{a}_1\mathbf{q})}$$

ROCHES D'ÉPANCHEMENT PALÉOVOLCANIQUES

Quartz-porphyres. — Les détails que j'ai déjà donnés (page 16) me dispensent d'entrer ici dans des détails circonstanciés. On a vu que M. Rosenbusch distingue : 1° les *microgranites* qui correspondent à mes **microgranulites**, à une partie de mes **porphyres à quartz globulaire**, enfin à quelques **porphyres pétrosiliceux** dévitrifiés ; 2° les *granophyres*, équivalents exacts de mes **micropegmatites** ; 3° les **felsophyres** correspondant à une partie de mes **porphyres à quartz globulaire** et aux **porphyres pétrosiliceux** ; ces derniers peuvent être considérés comme comprenant les pechsteins ou *vitrophyres*. On peut donc sommairement dresser le tableau suivant :

Microgranites	=	**Microgranulites**	$\Pi\alpha$, $\Pi\beta$	$\overline{(\mathbf{F}_{5\cdot6})\ (H_2P_{2.3}A_{2.3}\mathbf{M})\ (\mathbf{t}_1\ \underline{\mathbf{a}_1\mathbf{q}})}$
Granophyres	=	**Micropegmatites**	$\Pi\gamma$	
Felsophyres	=	**Porphyres à quartz globulaire**	$\Pi\varphi$	
		Porphyres pétrosiliceux	$\Pi\pi$	

Porphyres sans quartz (*de première consolidation*). — M. Rosenbusch y distingue trois types ou plutôt trois familles : celle des *orthophyres* pouvant être riches en biotite, en amphibole ou en pyroxène, celle des *rhombenporphyres* de Norwège, et enfin celle des *kératophyres* (Gümbel, Fichtelgebirge).

1° Les *orthophyres* de M. Rosenbusch comptent un grand nombre de **microgranulites basiques**, et de véritables **ortophyres** à struc-

ture microlitique ; la structure pétrosiliceuse y est inconnue. Une partie des porphyres bruns des Vosges rentrerait dans cette catégorie, dont la formule générale serait :

$$\left.\begin{matrix} \Pi\alpha \\ \Pi\mu \end{matrix}\right\} \overline{(\mathbf{F}_{5\text{-}6})\,(P_2A_2\mathbf{M})\,(t_1\underline{\mathbf{a}_1 \pm \mathbf{q}})}$$

2° Les *rhombenporphyres* doivent leur nom à leurs grands cristaux d'anorthose (?) à faces $m\ t\ a\frac{1}{2}$ également développées, qui se clivant suivant p ou g^1, donnent des sections en triangles ou en losanges aigus.

Ce sont de véritables **orthophyres** à grands cristaux rares de pyroxène et de mica. M. Rosenbusch les considère comme la forme d'épanchement d'une syénite augitique très feldspathique. Voici leur formule :

$$\Pi\mu - \overline{(\mathbf{F})\,(O\underline{P_4\mathbf{M})\,\mathbf{a}_2\mathbf{a}_1}}$$

3° Les *kératophyres* constituent des filons-lits dans le cambrien du Fichtelgebirge ; ce sont des roches à grands cristaux d'orthose, de feldspaths alcalins sodiques et de plagioclase, avec pâte d'apparence cornée ou finement grenue ; le feldspath domine fortement durant les deux temps de consolidation ; le microscope permet de reconnaître, comme éléments du premier temps, un peu de diopside, de hornblende alcaline, de mica brun. Le magma du second temps est tantôt **microlitique (orthophyres)** ; tantôt quartzifère et présentant alors toutes les structures des **microgranulites** et des **micropegmatites**. Dans certains *kératophyres* du Gippsland (Victoria), M. Howitt a découvert des variétés **pétrosiliceuses**. La formule générale des kératophyres est donc :

$$\left.\begin{matrix} \Pi\alpha,\ \Pi\beta,\ \Pi\gamma.\ \Pi\pi \\ \Pi\mu \end{matrix}\right\} \overline{(\mathbf{F}_2)\,(P_2A_1M)\,(\mathbf{t}_1\underline{\mathbf{a}_{1\text{-}3} \pm \mathbf{q}})}$$

Porphyrites. — Pour M. Rosenbusch, les porphyrites sont des roches d'épanchement dans lesquelles les grands cristaux comportent surtout des feldspaths alcalino-terreux, du mica et de l'amphibole. Mais d'une part, M. Rosenbusch admet une classe de porphyrites avec pyroxènes rhombique et monoclinique, d'autre part sa définition comprend des roches à orthose et même à quartz de

seconde consolidation abondants, en sorte que la formule générale est la suivante :

$$\Pi \left\{ \begin{matrix} \alpha, & \beta, & \gamma, \\ \pi, & \mu, & \nu. \end{matrix} \right\} \overline{(\mathbf{F}_{1 \text{ à } 5})(\mathbf{H}_{1.2}\underline{\mathbf{P}_1\mathbf{A}_3\mathbf{M})\ (\mathbf{t}_{1\text{-}2}}}\underline{\pm \mathbf{a}_1 \pm \mathbf{q}})$$

Les porphyrites de M. Rosenbusch comprennent donc une partie de nos **porphyrites**, de nos **orthophyres**, de nos **microgranulites**, de nos **micropegmatites** et de nos **porphyres pétrosiliceux**. Il est d'ailleurs à peu près impossible d'indiquer comment il sépare une partie de ses *porphyrites* d'une partie de ses *mélaphyres*, et l'on peut affirmer que les roches réunies ici ne correspondent pas toutes aux diorites de profondeur.

Les subdivisions, proposées par M. Rosenbusch, se ressentent des difficultés inhérentes à un pareil groupement. Au point de vue minéralogique, il propose de distinguer les porphyrites entre elles, suivant la prédominance du mica, de l'amphibole de l'enstatite, du pyroxène. Au point de vue des structures, il rapporte les porphyrites à trois types principaux : le premier, généralement vert et convenant aux régions plissées, dynamométamorphiques, reproduit des facies voisins de ceux des *dioritporphyrites ;* le second, rougeâtre, est plus acide et son magma cadre avec les structures *felsitiques ;* enfin le troisième se présente en épanchements francs et, par sa couleur grise ou noire, par son apparence volcanique encore fraîche, mérite l'épithète d'*andésitique*.

1° *Dioritporphyrites.* — Il nous faut maintenant suivre M. Rosenbusch dans le détail d'une des venues les plus importantes de porphyrites, pour juger de la valeur de ses groupements : il choisit, comme type de dioritporphyrites, les roches étudiées par MM. Stache et V. John dans le Cevedale-Gebiet[1], en filons et en épanchements au moins siluriens, au plus carbonifères.

a). Une première série (*augitdioritporphyrites*) a pour caractéristique la formule suivante :

$$\Pi\beta - \overline{(\mathbf{F})(\mathbf{P}_3\mathbf{A}\mathbf{M})(\mathbf{t}_{1\text{-}2}\underline{\mathbf{a}_1\mathbf{q}}})$$

M. Rosenbusch considère la structure comme vraisemblablement panidiomorphe grenue; ce sont des **microgranulites** basiques.

[1] Stache et von John, *Das Cedevale-Gebiet als Hauptverbreitungs-district dioritischer Porphyrite.* (*Jahrb. d. k. k. geol.*, *R.* 1879, XXIX, 317-404.)

Une seconde série (*palæophyrites*) nécessite trois subdivisions de structure : ce sont les *ortlérites* analogues aux grunsteins anciens ; les *porphyrites propylitiques ;* enfin les *suldénites* à magma andésitique (?).

b). Les *ortlérites* présentent beaucoup de grands cristaux, parfois groupés entre eux : augite, amphibole, feldspaths tricliniques en agrégats hypidiomorphes. Magma fluidal microlitique d'orthose et de plagioclase.

$$\text{II}\mu - \overline{(\mathbf{F_3})\,(\mathbf{PA})\,(\underline{\mathbf{t \pm a_1}})}$$

Ces roches correspondent donc à nos **porphyrites** et pour partie peut-être à nos **orthophyres**.

c). Les *porphyrites propylitiques*, d'un gris bleu, sont plus acides; l'augite y disparaît, le mica s'y montre ; le magma *allotriomorphe grenu*, parfois *cryptocristallin*, laisserait entrevoir des traces de *microfelsite*. La description, malheureusement insuffisante, permet cependant d'entrevoir un nouveau passage vers les roches acides à excès de silice et peut-être l'apparition de quelques types de **porphyre pétrosiliceux**.

d). Enfin les *suldénites*, plus acides encore, admettent de grands cristaux de quartz, de la biotite, de l'augite verdâtre constant, mais clair-semé et corrodé. Le magma composé de microlites raccourcis d'orthose, de rares feuillets d'amphibole et de quartz moulant le reste, est de structnre *macro* à *cryptocristalline :*

$$\text{II}\alpha,\ \text{II}\pi\ (?) - \overline{(\mathbf{F})\,(\mathbf{P_2MA})\ \mathbf{t\underline{a_1}q}}$$

Nous retombons, ici encore, sur des **microgranulites**.

D'ailleurs la roche de *Toll* près Meran (Pichler) aurait une structure *granophyrique*, et la même série comprendrait les *palæo-andésites* de Lienz (Dœlter), les *microdiorites* du Mont-Laveneg (Lepsius), les *nadeldiorites* de Rohrbach (Gümbel), enfin les *chlorophyres* [1] siluriens de Lessines et de Quenast :

$$\text{II}\alpha - \overline{(\mathbf{F})\,(\mathbf{P}(?)\ \text{ou}\ \mathbf{H}(?)\mathbf{A})\ \mathbf{t_1}\underline{\mathbf{a_1q}}}$$

[1] Dès 1874, j'ai donné une description suffisante de cette structure et rangé la roche de Quenast dans les microgranulites à amphibole de passage aux orthophyres. (Voir *Bull. Soc. Géol.*, III, 1874, 208.)

On sait que ce sont pour nous des **microgranulites** basiques, de passage aux **orthophyres**.

On voit que cette première subdivision des porphyrites comporte toutes les structures des roches acides avec prédominance des **microgranites**; puis, en outre, la structure **microlitique** caractérisant les roches basiques.

2° Nous allons passer aux deux derniers groupes de M. Rosenbusch, les groupes *felsitique* et *andésitique* et y constater le même mélange de toutes les structures. M. Rosenbusch se demande d'abord s'il faut considérer ici le *microfelsite* comme identique à celui des porphyres quartzifères, et s'il ne convient pas d'admettre un microfelsite à base de soude.

Les *porphyrites micacées et amphiboliques quartzifères* de Korgon (Altaï), de Schirmeck, de la Nahe présentent toutes les structures **pétrosiliceuse, granophyrique, microgranitique**; certaines d'entre elles ont une grande parenté avec les *lamprophyres*.

Les *porphyrites micacées et amphiboliques* d'Ilfeld, de la Thuringe, de la Saxe sont plus généralement **microlitiques**; nous y rencontrons le porphyre rouge antique, les roches dévoniennes de Saint-Nabor (Vosges), celles de Potschappel (Saxe), enfin les porphyres noirs de Lugano que j'ai [1], dès 1874, rangés dans la classe des **orthophyres** et qui ressemblent d'une façon complète aux roches similaires du culm du plateau central.

Parmi les *enstatitporphyrites,* nous entrevoyons des types basiques, toujours **microlitiques**, avec grands cristaux de bronzite et de malacolite : tels sont ceux de Klausen, des Cheviot Hills, des coulées supérieures (Grenzlager) du carbonifère de la Nahe, etc. M. Rosenbusch les sépare de ses *augitporphyrites*, bien qu'elles contiennent parfois même de l'olivine, parce que, d'après MM. Teller et V. John, elles se relieraient géologiquement, à Klausen (Tyrol méridional), avec un massif de diorite micacée quartzifère, dont elles seraient des variétés de contact ou d'épanchement ! Nous voici donc amenés à signaler de nos **mélaphyres** dans le chapitre des porphyrites de M. Rosenbusch, côte à côte avec des **porphyres**

[1] *Bull. Soc. Géol.*, 1874, III, 208.— M. Harada a simplement confirmé mes déterminations.

pétrosiliceux et avec des **microgranulites** et nous croyons avoir justifié la formule générale que nous avons donnée page 56, dont il nous sera toujours impossible d'accepter l'extraordinaire extension.

Ces mêmes mélaphyres, à grands cristaux et microlites d'enstatite, existent en France, à la partie supérieure du terrain houiller de Figeac. J'en ai récemment étudié une belle série, que je dois à l'obligeance de mes collaborateurs MM. Bergeron et Mouret.

Augitporphyrites et mélaphyres. — Les roches composant ce groupe sont, pour M. Rosenbusch, les équivalents des gabbros et des diabases; elles comportent des types avec et sans olivine, à augite et plagioclases; la structure est porphyrique. Les formules sont les suivantes :

$$\Pi\mu,\ \Pi\nu\ — \ \overline{(F_{1.2})\ ([\pm 0] MH_2A_2P_{2.4})\ t_{2.3}}\,\underline{F_{1.2}P_{2.4}t_{1.2}} \qquad (1)$$

$$\Pi\omega \text{ à } \Gamma\omega\ — \ \overline{(F_{1.2})\ ([\pm 0] MH_2A_2)}\ \underline{t_{1.3}F_{1.2}P_{2.3.4}} \qquad (2)$$

$$\Gamma\delta\ — \ \overline{F_{1.2}\ ([\pm 0] MH_2A_2P_{2.4})}\ \underline{t_{1.3}\pm q} \qquad (3)$$

La première, correspondant à notre structure **microlitique**, comprend nos **porphyrites augitiques** et nos **mélaphyres**.

La seconde se rapporte à nos **mélaphyres** et **porphyrites** ou **diabases** à structure **ophitique**, suivant que les deux temps de consolidation sont plus ou moins marqués.

La troisième est l'équivalent de véritables **diabases grenues**, passant parfois à des microgranulites basiques.

1° Dans le premier groupe, nous trouvons les *spilites* de M. Rosenbusch pauvres en grands cristaux, riches en vacuoles, à structure parfois variolitique (Plauen).

Les *augitporphyrites* proprement dites en font également partie et comprennent le porphyre vert antique (Marathon) et les roches analogues du culm des Vosges (*labrador-porphyrites*).

Les *weiselbergites* de M. Rosenbusch, en coulées au milieu du permien de la Nahe, sont des types analogues plus vitreux (*hyalopilitiques*), à microlites nets de feldspath triclinique, avec ou sans grands cristaux d'olivine.

Enfin les *navites* d'Oberstein, riches en olivine, présentent dans leur magma des microlites feldpathiques raccourcis, rectangulaires, non maclés, qui permettent de penser que l'orthose y est mêlé aux feldspaths tricliniques.

2° Le second groupe à structure **ophitique** comprend de nombreuses coulées dans le rothliegendes de la Saar : ce sont les *tholeiites* (Steininger), les *palatinites* (Laspeyres). Les cristaux de première consolidation, quand ils existent, ne sont guère constitués que par l'olivine et parfois l'enstatite. Il y a réellement passage aux diabases et même à certains gabbros.

M. Rosenbusch aurait pu citer ici certaines ophites en coulées incontestables dans les marnes irisées du bassin de Saint-Jean-Pied-de-Port (Basses-Pyrénées) ou dans le permien de l'Esterel.

3° Enfin le type grenu, avec deux temps de consolidation plus ou moins distincts, peut apparaître dans la série mélaphyrique : M. Rosenbusch lui rapporte des *diabasporphyrites* à grands cristaux de labrador et de pyroxène, avec magma panidiomorphe grenu de feldspath et parfois de quartz.

PICRITPORPHYRITES. Série peu abondante et mal connue, correspondant aux péridotites.

Les *paléopricrites* du Fichtelgebirge (Gümbel), certaines roches liées aux *teschénites* du crétacé de Neutitschein, présentent un premier type grenu avec verre interstitiel peu abondant, troublé par le développement des trichites et des globulites.

$$\Pi\,\delta - \overline{(F_{1.3.5})\,(OMP_4A_3)}\ \underline{\text{verre}}$$

La *kimberlite* de M. Carvill Lewis, en relation avec la brèche diamantifère du Cap, ressemble à ce type grenu; le verre y est remplacé par un magma serpentineux.

Enfin, M. Hussak cite, dans le Banat, des filons perçant la houille liasique et les dolomies bitumineuses et ressemblant aux limburgites : car ils présentent des microlités d'augite de seconde consolidation.

$$\Pi\,\mu - \overline{(F_{1.3})\,(O\underline{P_4})}$$

ROCHES D'ÉPANCHEMENT NÉOVOLCANIQUES

Liparites et Pantellérites. — La formule générale serait la suivante :

$$\text{II}\,\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \varphi,\ \pi\ —\ \overline{(\mathbf{F}_{5\cdot6\cdot7\cdot8})\ (H_2 P_2 A_2 \mathbf{M})\ \mathbf{t}_1\ \underline{\mathbf{a}_{1\cdot2\cdot3}\mathbf{q}}}$$

M. Rosenbusch comprend ici des roches sans grands cristaux de quartz du premier temps, de telle sorte que la série ne correspond pas seulement à ses *quartzporphyres*, mais à une partie importante des *porphyres sans quartz*.

Mais, en outre, il existe, parmi les roches d'épanchement tertiaires, un assez grand nombre de granites, de granulites et même de pegmatites qui ne trouvent pas place dans la classification de M. Rosenbusch ; nous renvoyons à la page 22 pour expliquer qu'une partie des névadites est peut-être granitoïde.

Quoi qu'il en soit, voici les définitions de M. Rosenbusch. Les *névadites* ont une période intratellurique très complète ; le premier temps de consolidation y domine beaucoup sur le second, ce qui prête à ces roches une apparence très cristalline. Le magma de seconde consolidation est souvent **microgranulitique** (types américains), souvent **vitreux** (Monte-Amiata), rarement **pétrosiliceux**. Les *névadites* dominantes correspondent donc à nos **microgranulites** récentes ; plus rarement à nos **rhyolites**.

Les *liparites* de M. Rosenbusch accusent au contraire une prédominance des éléments du second temps sur ceux du premier temps ; la structure **pétrosiliceuse** y est la plus fréquente ; ce sont les *felsoliparites* qui constituent les équivalents de la plus grande partie des **rhyolites**.

Les types franchement vitreux sont rangés, par M. Rosenbusch, dans l'ordre suivant, basé sur la teneur décroissante en eau : *pechsteins, perlites, obsidiennes, bimsteins* (ponces).

Les *pantellérites*, spécialement étudiées par M. Förstner, constitueraient une série intermédiaire entre les liparites et les dacites ; le feldspath en grands cristaux (anorthose), identique à celui des kératophyres, domine de beaucoup parmi les grands cristaux ; il est accompagné de cossyrite (amphibole triclinique très ferrugi-

neuse) et de deux espèces de pyroxène; l'un sodique analogue à celui des phonolites, l'autre analogue à la malacolite. La pâte est généralement chargée de microlites d'orthose (?) avec quelques microlites de cossyrite et de pyroxène. Les sphérolites pétrosiliceux positifs sont rares :

$$\Pi\mu - \overline{(F_{1.5.6})\,(OP_{1.2}A_4)\,a_{1.2}}$$

Les pantellérites se rattachent donc nettement à nos **trachytes** dont ils constituent une variété à anorthose; ils doivent disparaître du groupe des **rhyolites**.

Avant de passer au groupe suivant, nous remarquerons que M. Rosenbusch considère la structure *granophyrique* (**micropegmatoïde**) comme extrêmement rare dans les roches d'épanchement tertiaires. Elle est cependant abondamment répartie dans les dômes des Hébrides, à la Grande-Galitte, dans les filons de Serbie et du Caucase. Il y a même, à Schemnitz, des représentants des porphyres à quartz globulaire (Clotilde-Kluft).

TRACHYTES ET PANTELLÉRITES SANS QUARTZ. — Ici la définition de M. Rosenbuch tient compte, par exception, de l'absence de quartz de seconde consolidation ; nous ne trouverons donc dans ce chapitre que des roches à structure **microlitique** correspondant à nos **trachytes**, à une partie de nos **andésites** à sanidine, et à une partie de nos **phonolites**.

$$\Pi\mu - \overline{(F_{1.5.6})\,(H_2P_2A_3M)\,t_{1.2}\,a_{1.2}}$$

1° Les *trachytes* proprement dits de M. Rosenbusch sont bien nos propres **trachytes** : il juge à propos de les subdiviser en *orthophyriques* (à microlites d'orthose raccourcis), correspondant aux domites et aux roches du Drachenfels, et en *trachytiques* à microlites plus allongés, *hyalopilitiques* ou *pilotaxitiques*, sans spécifier, dans ce dernier cas, si les microlites sont déjà à rapporter à l'oligoclase.

2° Les *trachytes phonolitiques* sont à ranger parmi nos **phonolites** ; la néphéline n'y est pas prouvée, mais ils contiennent des

représentants de la famille de la sodalite, parfois de la lävenite, enfin les interstices des microlites d'orthose sont souvent comblés par un mélange d'aegirine et d'arfvedsonite. Dans cette série, les grands cristaux se font rares et petits, la soude domine sur la potasse, enfin le magma microlitique affecte un aspect feuilleté caractéristique.

3° Les *trachytes andésitiques* sont subdivisés par M. Rosenbusch en deux sous-groupes; les *trachytes à biotite et hypersthène* (Monte-Amiata) dont la formule est la suivante :

$$\mathrm{II}\,\mu - \overline{(F_1)\ (OH_3P_4M)\ t_3a_1}$$

et les *augittrachytes (Arsotypus)* dont la coulée de 1302 à Ischia, ou encore certaines roches du Mont-Dore, donnent de bons exemples :

$$\mathrm{II}\,\mu - \overline{(F_1)\ (OP_4M)\ t_{1.2}a_1}$$

Cette dernière série correspond pour partie à nos **trachytes augitiques**, pour partie à nos **andésites à sanidine**.

PHONOLITES. — Roches d'épanchement à feldspath alcalin et leucite ou néphéline, à rapporter aux syénites éléolitiques de profondeur; c'est l'équivalent exact de nos **phonolites** et de nos **leucitophyres**.

$$\mathrm{II}\,\mu - \overline{(F_{1.5.6.7})\ (OP_{1.2}A_3M)\ (s_{1.2.3}1n)}\ \underline{(t_1a_{1\text{-}3})\ (P_1)}$$

La structure est **microlitique**, généralement très cristalline; l'apparence feuilletée n'est pas expliquée par M. Rosenbusch; elle provient pour nous de l'aplatissement suivant g^1 (010) et de l'orientation des microlites lamellaires d'orthose.

Voici maintenant les subdivisions proposées par M. Rosenbusch:

1° Les *phonolites* proprement dits contiennent seulement de la néphéline; ils peuvent être *trachytiques*, c'est-à-dire riches en feldspaths, pauvres en néphéline; leur magma est, souvent alors, finement drusique, miarolitique (Mont-Dore).

Les *phonolites néphéliniques* deviennent plus basiques, plus foncés (Bohême, Thiézac, Gerbier-des-Joncs, Roche-Sanadoire,

Combarieu). Les microlites feldspathiques, entremêlés sans ordre sont moulés par la néphéline et un peu de verre, et constituent un passage vers la structure *panidiomorphe grenue* (?). Quand la néphéline est un peu abondante, ses hexagones et ses carrés, moulés par l'ægirine, rappellent des plantations régulières en quinconce (structure ocellaire de Boricky).

On peut distinguer sous le nom de *tinguaïte* une troisième espèce de roche phonolitique, riche en lävénite et constituant les filons minces ou les roches de contact des massifs de syénite éléolitique.

Nos propres observations nous permettent d'affirmer l'extrême rareté de la néphéline dans les phonolites français. Ceux du massif du Puy sont des *trachytes phonolitiques*. Ceux du Mont-Dore sont riches en hauÿne; les uns sont surtout chargés d'orthose (Tuilière); les autres forment un passage vers les téphrites et sont riches en oligoclase (Sanadoire).

2° Les *leucitphonolites* (Rome, Viterbe) ne contiennent que de la leucite avec la sanidine :

$$\Pi\mu - \overline{\underline{(\mathbf{F}_{1\cdot7})\,(\mathbf{P}_4 M)\,\mathbf{la}_1}}$$

3° Les *leucitophyres*, beaucoup moins abondants, contiennent simultanément de la leucite et de la néphéline (volcans du Rhin) :

$$\Pi\delta \text{ à } \Pi\mu - \overline{(\mathbf{F}_{1\cdot5\cdot6\cdot7\cdot9})\,(\mathbf{P}_{1\text{-}2})\,(\mathbf{s}_2\underline{\mathbf{ln}a_1)}}\,\underline{(\mathbf{P}_1)}$$

La structure, généralement *ocellaire,* peut prendre une apparence grenue lorsque les microlites de feldspath y deviennent rares.

DACITES. — Roches d'épanchement néovolcaniques à grands cristaux de quartz et de feldspath alcalino-terreux; ce sont des *liparites* appauvries en sanidine. Cependant M. Rosenbusch a rangé dans les *andésites* les roches qui contiennent de la silice libre seulement dans le magma de seconde consolidation, tandis que, pour les *liparites*, on a admis toutes les roches qu'une cristallisation complète aurait montrées quartzifères.

M. Rosenbusch propose la classification suivante :

1° *Dacites holocristallines* (correspondant aux *dioritporphyrites*),

$$\text{II}\alpha,\ \text{II}\beta,\ -\ \overline{(\mathbf{F}_{1.2.5.6})(\mathbf{AM})(\underline{\mathbf{t}_{1\text{-}2}a_1\mathbf{q}})}$$

Structure *panidiomorphe* du quartz et du feldspath (en partie orthose) de seconde consolidation; parfois *hypidiomorphe* ou même *allotriomorphe*. Ces roches correspondent à nos **microgranulites** récentes. L'Esterel (Boulouris, Saint-Raphaël) présente des exemples de cette sorte de *dacite*.

2° *Felsodacites*. Le magma de seconde consolidation, parfois *allotriomorphe*, devient *microfelsitique* et il y a passage aux **rhyolites pétrosiliceux**; ce sont nos **dacites** proprement dites.

$$\text{II}\pi\ -\ \overline{(\mathbf{F}_{1.2.5.6})(\mathbf{AM})\,\underline{\mathbf{t}_{1\text{-}2}a_1\mathbf{q}}}$$

3° *Dacites andésitiques;* le magma ne contient plus ici de quartz de seconde consolidation; la structure est **microlitique** avec passage à des roches vitreuses (*hyalodacites*); l'augite apparaît; la hornblende et le mica sont fortement résorbés.

Nous ferons remarquer que ce type, qui correspond à nos **andésites**, représente une exception à une des règles posées par M. Rosenbusch; le quartz, qui existe en grands cristaux, devrait apparaître dans la pâte, puisque le feldspath y a cristallisé.

$$\text{II}\mu\ -\ \overline{(\mathbf{F}_{1.2.5.6})(\mathbf{P}_4\mathbf{A}_3\mathbf{M})\ q\ \underline{\mathbf{t}_{1.2}a_1}}$$

Un grand nombre des roches, désignées sous le nom de dacites, a été silicifié par actions secondaires et appartient aux andésites ; M. Rosenbusch les étudie sous le nom d'*andésites à facies propylitique*, et nous résumerons plus loin cette étude.

Andésites. — Roches d'épanchement sans quartz de première consolidation, à grands cristaux dominants de feldspaths alcalino-terreux. M. Rosenbusch en fait les équivalents des *porphyrites* pour partie, et en profondeur des *diorites* et d'une partie des *gabbros*.

Ici encore malheureusement, nous allons trouver toutes les structures et à peu près toutes les compositions chimiques, de

sorte que la série, terriblement compliquée, correspondrait à la formule générale suivante :

$$\Pi\ \alpha, \beta, \gamma, \pi - \mu, \nu - \overline{(F_{1.2.5.7.8})\ (OMA_3H_3P_{2.4})\ (\pm s_2)\ (t_{1.3})}\ \underline{(F_{1.3})\ (P_{2.4})\ t_{1.2} \pm a_{1.2.3} \pm q}$$

A). Andésites à mica et amphibole, sans pyroxène; quatre types principaux :

1° *Type trachytoïde* à structure **microlitique** et parfois **varioliti-que**; correspondant à nos propres **andésites**.

$$\Pi\ \mu, \nu - \overline{(F)\ \underline{(MA_3)\ (t_{1.3})}}$$

M. Stelzner a signalé des andésites d'Atajo (provinces Argentines) contenant des microlites d'amphibole.

2° *Type felsodacitique;* passage aux **dacites pétrosiliceuses**.

$$\Pi\ \pi - \overline{(F)\ (MA_3)\ (t_{1.2})}\ \underline{a_1\ q}$$

3° *Type holocristallin.* Pâte à microlites d'orthose raccourcis, rectangulaires, cimentés par un peu de quartz. Le quartz clair-semé apparaît aussi dans les cristaux du premier temps. Les structures sont **granulitique** et **pegmatoïde**. Certaines variétés de ces **microgranulites** basiques sont riches en augite (porphyre bleu de l'Esterel, tour du Dormont, les Crottes) :

$$\Pi\ \alpha, \beta, \gamma - \overline{(F)\ (MA_3P_2)\ (t_{1.2}\ a_1\ q}$$

4° *Type andésitique proprement dit;* structure nettement **microlitique**, moins cristalline que dans les variétés dites plus haut *trachytoïdes;* un grand nombre de roches du Mont-Dore présente cette structure.

B). M. Rosenbusch distingue un second groupe *d'andésites à amphibole et mica, avec pyroxène.* Il peut en outre comprendre de l'hypersthène, et il est utile de rappeler ici que c'est à M. Fouqué[1] qu'on doit la première découverte de l'hypersthène dans les andésites. Ce second groupe offre des représentants des quatre types précédemment énumérés.

C). Les *andésites à hypersthène* (sans amphibole ni mica) sont

[1] Fouqué, *Santorin*.

généralement **microlitiques** et correspondent en moyenne à nos **labradorites**.

Cependant la série de Californie, décrite par MM. Hague et Iddings, a présenté toute une suite de structures, variables avec les conditions de refroidissement : *andésitique* vitreuse quand il est brusque; *trachytique* cristalline quand il est plus lent. En outre, parfois la structure *granophyrique* se développe entre les microlites feldspathiques de plus en plus grande taille.

Parfois même les grands cristaux de première consolidation perdent de leur individualité, parce que ceux du deuxième temps atteignent une taille analogue; il devient difficile de constater la structure porphyrique de la roche, dont le ciment est définitivement constitué par des éléments *allotriomorphes grenus*.

On voit, par cette description abrégée, que des roches d'épanchement andésitiques peuvent passer, par toutes les gradations, de véritables **norites grenues**, et il est permis de trouver bien théorique la distinction que M. Rosenbusch cherche à maintenir entre ces variétés et les roches de profondeur.

$$\Pi \mu \text{ à } \Gamma \delta - \overline{(F)\,(H_3 P_4)\, t_{1.2.3}}$$

Les *hypersthenandésites* correspondent donc à une partie de nos **labradorites** et à une partie de nos **norites et gabbros**.

D). Les *andésites à augite*, *sans amphibole ni mica*, passent, de l'aveu de M. Rosenbusch, aux basaltes; l'olivine y apparaît; nous nous étonnons d'y voir citées les **andésites** relativement acides du Puy-de-Pariou et de la Nugère, dans lesquelles l'amphibole, en majeure partie résorbée, a été très abondante et qui rentrent bien certainement dans le groupe B. Le plus grand nombre des roches ici décrites correspond à nos **labradorites.**

$$\Pi \mu - \overline{(F)\,(OP_4)\, t_{1.2.3}}$$

E). Enfin un groupe très intéressant est constitué par les *andésites à haüyne* dont M. Rosenbusch ne connaît de représentants qu'aux Canaries, mais qui existent en vastes coulées sur les flancs Nord et Est du Mont-Dore[1] : structure franchement micro-

[1] Michel Lévy. C. R., 1884, XCVIII, n° 22, et notice de la feuille de Clermont-Ferrand.

litique, parenté intime avec les **téphrites** auxquelles je pense qu'il convient de les réunir.

$$\Pi\mu - \overline{(F_{1.2.5,6.7})\,([\pm 0]A_3P_4)\,s_2t_{2.3})}\,\underline{F_1P_4t_1}$$

Le faciès *propylitique* déjà signalé à propos des *dacites*, est attribué par M. Rosenbusch aux dacites et andésites modifiées par les sources de remplissage des filons métallifères et notamment par les émanations sulfureuses. Les feldspaths perdent leur éclat et leurs inclusions vitreuses; les pyroxènes sont ouralitisés, l'amphibole, le mica transformés en chlorite, épidote, calcite et quartz; enfin la pâte se charge de quartz et feldspath grenus à contours mal définis.

BALSATES. — Pour chercher à faire des basaltes les représentants de toutes les diabases, M. Rosenbusch modifie la définition courante et en fait des roches à feldspath alcalino-terreux et augite, *avec ou sans olivine*, sans se dissimuler la difficulté de délimitation du groupe avec les *augitandésites*.

La formule générale, traduite des descriptions de M. Rosenbusch, serait la suivante :

$$\overline{(F_{1.2.3.4.5})\,(\pm[0]A_3MH_{2.3}P_2[\pm P_4])\,(\pm t_{2.3})} \begin{cases} \underline{F_1P_4t_{1.2}} & \Pi\mu,\ \partial - \Gamma\partial \\ \underline{t_{1.2}F_1}P_4 & \Pi\mu,\ \omega - \Gamma\omega \end{cases}$$

On voit que les basaltes de M. Rosenbusch contiennent pour nous des **labradorites**, des **basaltes**, des **diabases** à structure **grenue** et **ophitique**, et qu'ils réunissent, dans une seule et même série *d'épanchement néovolcanique*, toutes les structures possibles des roches basiques : de profondeur, de filon, d'épanchement.

Pour M. Rosenbusch, les nodules à olivine sont d'anciennes ségrégations intratelluriques :

$$\overline{(F_{359})\,(0A_3H_2P_2)}$$

Voici maintenant la classification par structure :

1° *Basaltes hypidiomorphes* **grenus** (Löwenburg, îles Cyclopes, Catane, Skye). L'augite y est en somme plus *idiomorphe* que le feldspath. Il y a passage aux **gabbros**.

2° *Basaltes à structure interstitielle* ou **ophitique**; il y a identité avec certaines **diabases**.

D'autres fois, la *mesostasis* est, en partie, vitreuse et entremêlée de cristallites de feldspath, d'augite et d'ilménite. Ce type comprend un grand nombre des anciennes dolérites et anamésites. C'est notre **basalte mi-partie ophitique, mi-partie trachytoïde**[1], dont les épanchements du Mont-Dore présentent de si beaux exemples. Seulement je dois distinguer, à proprement parler, trois temps de consolidation distincts :

1° $(\mathbf{F}_{1\cdot2})\ \mathbf{0}$ en **debris** isolés;
2° $\mathbf{t}_{2\cdot3}\mathbf{P}_4(\mathbf{F}_{1\cdot2})$ et $\mathbf{t}_{2\cdot3}$ en plages **ophitiques** et isolées de grande taille ;
3° $\mathbf{t}_3\mathbf{P}_4\mathbf{F}_{1\cdot2}$ en **microlites** dans un verre brun.

3° *Basaltes porphyriques*. Le type normal est ici **microlitique** avec passages ménagés aux précédentes structures.

Téphrites et basanites. — Combinaison d'un feldspath alcalino-terreux très basique du premier temps avec la néphéline, ou la leucite du premier ou du second temps indistinctement. M. Rosenbusch propose le nom de *téphrite* pour les roches de la série sans olivine, et celui de *basanites* pour celles à olivine; pourquoi n'a-t-il pas maintenu, dans la famille autrement importante des basaltes, une distinction analogue? La correspondance est à peu près exacte avec nos propres **téphrites**; cependant l'orthose paraît quelquefois avec assez d'abondance dans le deuxième temps de certaines *leucotéphrites* de M. Rosenbusch, pour justifier le rattachement partiel à nos **leucitophyres**. La structure habituelle est **microlitique**; elle peut devenir **grenue** dans les variétés pauvres en feldspath triclinique. Formule générale :

$$\Pi\,\mu \text{ à } \delta - \overline{(\mathbf{F}_{1 \text{ à } 5.7.9})\,([\pm 0]\mathbf{M}\mathbf{A}_3\underline{\mathbf{P}_4)\,(\mathbf{t}_{2\cdot3}\mathbf{s}_2\mathbf{ln}})\,\underline{(\mathbf{P}_1 a_1)}}$$

Il y a lieu de distinguer, avec M. Rosenbusch, la série à leucite de celle à néphéline. L'orthose et l'œgirine, quand ils apparaissent, jouent le rôle de ciment des autres éléments de seconde consolidation.

[1] Michel Lévy. *C. R.*, 1884, et feuille de Clermont 1887.

Néphélinites et néphélinbasaltes. — Leucitites et leucibasaltes. — Roches sans feldspath avec ou sans olivine; nous ferons ici la même observation que pour les téphrites et les basanites. M. Rosenbusch n'est pas logique avec le point de départ que constitue sa définition des basaltes. Correspondance assez complète avec nos propres **leucitites**, sauf pour quelques variétés riches en sanidine de seconde consolidation. Structure **microlitique**, avec passages à la structure **grenue**.

$$\Pi\,\mu,\ \delta - \overline{(\mathbf{F}_{1\,\text{à}\,5.7.9})\,([\pm 0]\,\mathbf{M}A_3\underline{\mathbf{P}_4)\ (\mathbf{s}_2\mathbf{hln})}}\ \underline{\pm a_1}$$

Mélilitbasaltes. — Variétés de basaltes sans feldspath, découvertes par M. Stelzner :

$$\Pi\,\mu \text{ à } \delta - \overline{(\mathbf{F}_{1.4.9})\,(\mathbf{0}M\underline{\mathbf{P}_4)\ (s_2\mathbf{h}n)}}$$

M. Rosenbusch propose de conserver le nom d'*alnœites* aux filons de mélilitbasalte découverts par M. Törnebohm dans la syénite éléolitique d'Alnö (Suède).

Limburgite et augitites. — Roches à augite dominant et olivine :

$$\Pi\,\mu \text{ à } \delta - \overline{\underline{(\mathbf{F})\ (\mathbf{0}A_3\mathbf{P}_4)}}$$

Le nom d'augitite a été proposé par M. Jouyowich pour désigner des roches exclusivement composées de microlites d'augite.

Tableaux résumant le chapitre IV.

A la suite de cette longue analyse, il pourra paraître utile de condenser, dans une série de tableaux, les principales familles de roches que M. Rosenbusch a essayé de grouper autour des subdivisions universellement adoptées pour les roches granitoïdes, à deux temps de consolidation peu distincts. Voici ces tableaux, qui feront ressortir avec netteté les critiques déjà formulées, et surtout celle qui a trait à la considération exclusive des éléments du premier temps de consolidation, dans les roches porphyriques. Les deux premières colonnes sont destinées aux noms et aux subdivisions proposés par M. Rosenbusch. Les subdivisions sont tantôt basées sur des considérations de structure, tantôt sur la composition minéralogique, tantôt même sur les groupements géologiques ou géographiques.

La troisième colonne mentionne les structures observées ; la quatrième tient compte de l'ordre de consolidation des principaux minéraux, en distinguant les deux temps. Enfin dans la cinquième colonne, nous avons donné les noms équivalents, résultant de la classification que nous avons proposée, M. Fouqué et moi, dans la *Minéralogie micrographique*.

Les minéraux compris dans la rubrique F, étant en général accessoires et peu caractéristiques, n'ont été mentionnés que lorsqu'ils affectent une abondance spéciale.

NOMS ET SUBDIVISIONS DE M. ROSENBUSCH		STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY
				FAMILLE DES GRANITES aq	
				I. *Profondeur.*	
GRANITES	granitites	Γ et Π	α	$\overline{Mt_1}\,\underline{aq}$	granites.
	granites.	Γ et Π	α, β, γ	$\overline{M}\,\underline{aqm}$	granulites.
	amphibolgranites.	Γ et Π	α	$\overline{H_2 P_2 A_2 Mt_1}\,\underline{aq}$	granites à amphibole.
				II. *Filons.*	
APLITES.	. . . .	Γ	β, γ	$\overline{M}\,\underline{aqm}$	granulites.
GRANITPORPHYRES. . . .	. . . .	Π	α, β, γ	$\overline{H_2 P_2 A_2 Mt_1}\,\underline{aq \pm m}$	microgranulites.
				III. *Epanchements.*	
1° *Paléovolcaniques.*	microgranites	Π	α, β	$\overline{H_2 P_2 A_{2\cdot3} Mt_1}\,\underline{aq \pm m}$	microgranulites.
QUARTZPORPHYRES . . .		Π	φ	id.	porphyres globulaires.
	granophyres.	Π	γ	id.	micropegmatites.
	felsophyres.	Π	φ	id.	porphyres globulaires.
		Π	π	id.	porphyres pétrosiliceux.
2° *Néovolcaniques.*	névadites (*riches en grands cristaux*).	Π	α, β	$\overline{H_2 P_{2\cdot3} A_{2\cdot3} Mt_1}\,\underline{aq}$	microgranulites.
LIPARITES.		Π	π	id.	rhyolites.
	liparites (*pauvres en grands cristaux*)	Π	π	id.	rhyolites.
		Π	[illegible]	id.	microgranulites.

	augitsyénites.		ο, ω	$H_2 P_2 A_{1.2} t_2 a_1 P_2$	[illegible]
		Γ	δ	$P_{1.3} A_{1.3} n s_3 a_2$	syénites éléolitiques.
			II. *Filons.*		
SYÉNITPORPHYRES. . . .	. . . .	Π	α, β, γ	$P_2 A_2 M t_1 a q$	microgranulites.
LAMPROPHYRES SYÉNITIQUES.	minettes.	Γ	δ	$F_{1.3} (\pm O) P_2 V_3 M t_1 a_1$	minettes.
			α	id + q	microgranulites.
		Π	μ, ν	$F_{1.3} (\pm O) P_2 A_3 M t_1 a_1$	orthophyres micacés.
			α, γ	id + q	microgranulites.
	vogésites.	Γ	δ	$F_{1.3} (\pm O) P_2 A_3 M t_1 a_1$	syénites.
			α	id. + q	microgranulites.
		Π	μ, ν	$F_{1.3} (\pm O) P_2 A_3 M t_1 a_1$	orthophyres amphiboliques.
			α, γ	id. + q	microgranulites.
			III. *Epanchements.*		
1° *Paléovolcaniques.*	orthophyres	Π	μ	$P_2 A_2 M t_1 a_1$	orthophyres.
			α	id. + q	microgranulites.
PORPHYRES . . . . . . (sans quartz de 1re consolidation.)	rhombenporphyres	Π	μ	$(\pm O) P_4 M a_2 a_1$	orthophyres.
	kératophyres.	Π	α, β, γ	$P_2 A_1 M t_1 a_{1.3} q$	microgranulites.
			π	id.	porphyres pétrosiliceux.
			μ	$P_2 A_1 M t_1 a_{1.3}$	orthophyres.
2° *Néovolcaniques.*	trachytes orthophyriques.	Π	μ	$H_2 P_2 A_3 M t_{1.2} a_{1.2}$	trachytes.
	trachytes trachytiques. .	Π	μ	$H_2 P_2 A_3 M a_{1.2} t_{1.2}$	andésites à sanidine.
TRACHYTES (a_1) et PANTELLÉRITES (a_2) . . .	trachytes phonolitiques . .	Π	μ	$P_2 A_3 M s a P_1$	phonolites.
	trachytes andésitiques à hypersthène .	Π	μ	$O H_3 P_4 M t_1 a_1$	trachytes augitiques et
	trachytes andésitiques augitiques. . .	Π		$O P_4 M t_{1.2} a_1$	andésites à sanidine.

NOMS ET SUBDIVISIONS DE M. ROSENBUSCH			STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY
FAMILLE DES DIORITES $MA(\pm P)t(\pm q)$						
I. *Profondeur.*						
DIORITES	diorites micacées	quartzifères	Γ	α, γ.	$\overline{MP_2A_2}\,\underline{t_1\,a_1q}$	granites, microgranulites.
		sans quartz	Γ	δ.	$\overline{MP_2A_2}\,\underline{t_{1.2}}$	kersantites.
	diorites	quartzifères	Γ	α.	$\overline{MA_2}\,\underline{taq}$	granites à amphibole.
		sans quartz	Γ	δ, ω.	$\overline{MP_{2.3}A_2}\,t\underline{A_2}$	diorites et diabases ouralitisées.
	augit-diorites	quartzifères	Γ	α, γ.	$\overline{PAMt_1}\,\underline{a_1q}$	micropegmatites à pyroxène.
		sans quartz	Γ	δ, ω.	$\overline{H_2P_{2.3}A_2}\,t\underline{P_{2.3}A_2}$	diabases et gabbros ouralitisés.
II. *Filons.*						
DIORITPORPHYRITES	micacées quartzifères		Π	α	$\overline{A_3Mt_1}\,\underline{a_1q}$	microgranulites.
	proprement dites		Π	μ	$\overline{AM}\underline{t_1\pm a_1}$	ortophyres, porphyrites.
LAMPROPHYRES DIORI-	kersantites		Γ	γ	$(\pm O)P_2A_3M\underline{t_{1.2}aq}$	micropegmatites.
			Γ	δ	$(\pm O)P_2A_3M\underline{t_{1.2}}$	kersantites.
			Π	[illegible]	$(\pm O)P\ A\ Mt$ [illegible]	porphyrites micacées et am-

PORPHYRITES.	ritiques.	p. propylitiques.	Π	π	?	porphyres pétrosiliceux.
		suldénites . . .	Π	α, γ	P_2MAta_1q	microgranulites.
			Π	π	id.	porphyres pétrosiliceux.
	microfelsitiques		Π	α, β, γ	?	microgranulites.
				π	?	porphyres pétrosiliceux.
	andésitiques.	micacées et amphiboliques. .	Π	μ	MAt (?)	porphyrites.
		à enstatite. . .			HPt (?)	porphyrites et mélaphyres.
		augitporphyrites			PAt (?)	porphyrites augitiques.
2° *Néovolcaniques.*						
DACITES.	holocristallines		Π	α, β	$AMt_{1.2}a_1q$	microgranulites.
	felsodacites		Π	π	id.	dacites et rhyolites.
	andésitiques.		Π	μ	$P_4A_3Mqt_{1.2}a_1$	trachytes et andésites.
ANDÉSITES.	à mica et amphibole, avec et sans pyroxène.	trachytiques ou andésitiques. .	Π	μ, ν	$MA_3P_{3\text{-}4}t_{1\text{-}3}$	andésites.
		felsodacitiques .	Π	π	$MA_3P_{2\text{-}4}t_{1\text{-}2}a_1q$	dacites et rhyolites.
		holocristallines.	Π	α, β, γ	$MA_3P_2t_{1\text{-}2}a_1q$	microgranulites.
	à hypersthène . .	trachytiques ou andésitiques. .	Π	μ, ν	$H_3P_4t_{1.2.3}$	andésites et labradorites.
		granophyriques.	Π	γ	$H_3P_4t_{1.2}a_1q$	micropegmatites.
		allotriomorphes grenues. . . .	Γ	δ	$H_3P_4t_{1.2.3}$	norites.
	à augite : augitandésites.		Π	μ	$OP_4t_{1.2.3}$	andésites et labradorites augitiques.
	à haüyne : haüynandésites		Π	μ	$OA_3P_4s_2t_{2.3}P_4t_1$	andésites à haüyne ou téphrites.

NOMS ET SUBDIVISIONS DE M. ROSENBUSCH		STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY
FAMILLE DES DIABASES ET GABBROS				**Pt**	
I. *Profondeur.*					
GABBROS	gabbros proprement dits.	Γ	δ	$\overline{(\pm 0) H_2 A_3 M P_3} \underline{t_{2\cdot 3}}$	gabbros.
		Γ	ω	$\overline{(\pm 0) H_2 A_3 M} \underline{t_{2\cdot 3} P_3}$	gabbros ophitiques.
		Π	ν	id.	variolites.
	norites	Γ	δ	$\overline{(\pm 0) H_2 A_3 M P_3} \underline{t_{2\cdot 3}}$	norites.
DIABASES	diabases.	Γ	δ	$\overline{(\pm 0) P_2 A_3 M P_{3\cdot 4}} \underline{t_{1\cdot 2\cdot 3}}$	diabases.
	diabases.	Γ	ω	$\overline{(\pm 0) P_2 A_3 M} \underline{t_{1\cdot 2\cdot 3} P_{3\cdot 4}}$	diabases ophitiques.
	variolites	Γ et Π	ν	id.	variolites.
III. *Epanchements.*					
1° *Paléovolcaniques.* AUGITPORPHYRITES ET MÉLAPHYRES (sans ou avec olivine)	spilites (*pauvres en grands cristaux*); augitporphyrites (*comprenant les labradorporphyrites*); weisselbergites (*très hyalopilitiques*	Π	μ, ν	$\overline{(\pm 0) M H_2 A_2 P_{2\cdot 4} t_{2\cdot 3}} \underline{P_{2\cdot 4} t_{1\cdot 2}}$	porphyrites augitiques et mélaphyres.
	navites	Π	μ	id. $\underline{\pm a_1}$	passages aux orthophyres.

… (avec ou sans … olivine)	interstitiels	Π	ω	$(\pm 0) A_3 MH_{2.3} P_2 (t_{2.3} P_4)\ P_4 t_{1.2}$	…tiques. basaltes mi-partie ophitiques, mi-partie trachytoïdes.
	porphyriques	Π	μ	$(\pm 0) A_3 MH_{2.3} P_2 (\pm P_4)(\pm t_{2.3})\ P_4 t_{1.2}$	labradorites augitiques et basaltes.
FAMILLE DE LA SYÉNITE ÉLÉOLITIQUE **lna**					
I. Profondeur.					
SYÉNITES ÉLÉOLITIQUES	. . . .	Γ Π	δ μ	$O M P_2 A_2 P_1 s_1 n t_1 a_{1.2.3}$	syénites éléolitiques. miascites. foyaïtes. ditroïtes.
II. Filons.					
ÉLÉOLITSYÉNITPORPHYRES	. . . .	Π	μ	$A M n a_1$	orthophyres à liébénérite et à gieseckite.
III. Epanchements.					
3° *Néovolcaniques.* PHONOLITES	phonolites proprement dits. — trachytiques (*le feldspath domine*)	Π	μ	$O A_{1.2} A_3 M s n t_1 a_{1.2} P_1$	phonolites.
	phonolites proprement dits. — néphéliniques (*la néphéline abonde*)	Π	μ, δ	id.	phonolites.
	phonolites proprement dits. — tinguaïtes (*anastomoses de la syénite*)	Π	μ, δ	id.	phonolites.
	leucitphonolites	Π	μ, δ	$P_4 M l a_1$	leucitophyres.
	leucitophyres	Π	μ, δ	$P_{1.2} s_2 l n a_1 P$	leucitophyres.

NOMS ET SUBDIVISIONS DE M. ROSENBUSCH	STRUCTURES	FORMULES	NOMS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY
FAMILLE DES THÉRALITES		**lnt**	
I. *Profondeur.*			
THÉRALITES . . . . . . exemple de Montana . . .	Γ δ	$OMP_{1\cdot 2}snt_1a_2$	teschénites.
— de Teschen. . . .	Γ δ	$P_1A_1Mn(?)t$	
II. *Epanchements.*			
2° *Néovolcaniques.* TÉPHRITES ET BASANITES. téphrites (*avec néphéline, sans olivine*). leucotéphrites (*avec leucite, sans olivine*).	Π μ, δ	$\overline{(\pm 0)MA_3\underline{P_4t_{2\cdot 3}s_2ln}}$	téphrites et leucotéphrites.
basanites (*avec néphéline et olivine*). . . . . leucobasanites (*avec leucite et olivine*).		id. $\underline{+P_1a_1}$	leucitophyres.
FAMILLE DES ROCHES A LEUCITE, NÉPHÉLINE, MÉLILITE, SANS FELDSPATH		**lnh**	
III. *Epanchements.*			
2° *Néovolcaniques.* LEUCITITES (sans olivine) ET LEUCITBASALTES (avec			

PÉRIDOTITES	wehrlite		[illegible]	[illegible]	lherzolites.
	harzburgite		id.	$F_3OH_2P_3M$	
	lherzolite		id.	$F_{3\cdot9}OH_1P_3P_1$	
	amphibolpicrite		id.	OHA_2M	
	dunite		id.	F_3O	
III. *Epanchements.*					
1° *Paléovolcaniques.*					
PICRITPORPHYRITES	paléopicrites	II	δ	$\overline{F_{1\cdot3\cdot5}OMP_4A_3}$ + $\underline{\text{verre}}$	lherzolites.
	kimberlites	II	δ	id. magma serpentineux.	
	picritporphyrites du Banat	II	μ	$\overline{F_{1\cdot3}O}\,\underline{P_4}$	limburgites.
2° *Néovolcaniques.*					
LIMBURGITES ET AUGITITES	augitites	II	μ à δ	$\underline{\overline{F(\pm O)A_3P_4}}$	limburgites et augitites.
	limburgites	II	μ à δ		

CHAPITRE V

Des groupes naturels et des subdivisions rationnelles pour classer les roches.

L'idée dominante de M. Rosenbusch a été de constituer des groupes pétrographiques naturels, et, pour ainsi dire, géologiques ; c'est ainsi qu'il a substitué la notion du mode de gisement à la donnée plus positive et plus contingente de la structure. C'est encore ainsi qu'à travers ses trois grandes subdivisions de gisement, profondeur, filons, épanchements, il a cherché à grouper non pas les associations chimiquement ou minéralogiquement analogues, mais celles qu'il croit dériver l'une de l'autre par voie de ramifications.

Nous avons vu plus haut les critiques que soulève une classification basée sur des hypothèses, qui d'ailleurs n'ont pu être suivies par leur auteur lui-même dans leurs ultimes conséquences.

En fait, les roches de profondeur présentent toutes les structures et cependant le tableau dressé par M. Rosenbusch coïncide d'une façon satisfaisante avec les roches à structure granitoïde de notre classification.

Le groupe des roches de filons est arbitraire et en majeure partie composé (lamprophyres) de roches dont nous connaissons des dômes et des coulées authentiques.

Les anomalies et les dissemblances ne s'accusent d'une façon irréconciliable que dans les roches d'épanchement, parce que, partant d'une idée théorique plus que contestable, M. Rosenbusch n'y considère en général, au point de vue minéralogique, que les cristaux du premier temps de consolidation.

La conséquence de ce choix arbitraire est de grouper, au droit de chaque famille granitoïde, une série d'épanchements en moyenne plus acides, mais surtout d'une composition chimique et minéralogique instable, par excès de variations.

Au point de vue théorique, M. Rosenbusch s'est surtout appuyé sur le fait que la plupart des roches contiennent des fragments et des ségrégations en général plus basiques que le magma ambiant : telles seraient les ségrégations micacées et amphiboliques noires des granites, celles des syénites éléolitiques, celles enfin des basaltes qui ressemblent à des péridotites. M. Rosenbusch admet qu'il ne s'agit pas de roches préexistantes brisées et amenées au jour ; il estime que ces ségrégations sont des témoins d'une consolidation, pour ainsi dire, primordiale du magma éruptif, analogue mais antérieure aux grands cristaux du premier temps (toujours plus basiques à mesure qu'ils sont plus anciens), et en majeure partie résorbée.

La densité des éléments plus basiques peut jusqu'à un certain point expliquer qu'ils aient eu une tendance à se consolider en profondeur, tandis que le magma plus acide montait dans les cheminées d'épanchement. Telle est l'explication théorique, proposée par M. Rosenbusch, pour faire accepter la plus grande acidité des roches d'épanchement, et pour justifier le choix trop exclusif des cristaux du premier temps dans leur détermination minéralogique.

On a vu plus haut (chapitre des porphyrites, des dacites, des andésites) à quels résultats conduisent ces prémisses. Mais il est nécessaire de dire ici que les spéculations théoriques, que nous venons de résumer, ne prouvent rien en faveur d'une pareille hypothèse.

D'abord certains dykes de profondeur bien connus émettent des apophyses identiques à leur propre composition moyenne : tels sont les dykes de granite et de granulite émettant des filons minces de microgranite et de microgranulite ; telle encore la syénite éléolitique en masse qui se relie intimement à des phonolites.

Mais, en outre, les ségrégations basiques des granites, les nodules à olivine des basaltes, sont à proprement parler des

témoins d'une consolidation d'âge indéterminé, et il nous paraît bien superflu de discuter si cette consolidation est plus ou moins ancienne par rapport à la formation du magma qui a produit la roche ambiante ; car elle préexistait en tout cas au mouvement d'ascension de ce magma, et l'on peut en outre affirmer que la composition chimique dudit magma a été profondément modifiée, sans doute par les minéralisateurs, qui l'ont acidifié, à partir du moment où la dislocation de ces roches, réellement profondes et probablement infratelluriques, s'est produite.

C'est donc aux roches infratelluriques et non intratelluriques que pourraient s'appliquer les raisonnements de M. Rosenbusch; en effet, à partir du point de séparation de l'écorce solidifiée et du magma fondu, la ségrégation par ordre de densité, l'enrichissement en silice des écumes supérieures, l'élaboration des roches acides sont des phénomènes que nous admettons volontiers. Mais il ne semble pas que les soulèvements de montagne les plus énergiques et les érosions les plus profondes nous aient encore permis de toucher des roches consolidées, ayant appartenu à ces zones profondes : les granites, que nous pouvons étudier dans les coupes naturelles, sont tous intrusifs et la nature de leurs salbandes a souvent énergiquement réagi sur leur composition minéralogique, C'est au contact des couches basiques de cambrien (pré-cambrien) du plateau central que se développent les traînées de granite à amphibole, et les liquations basiques des dykes granitiques du Lyonnais se trouvent irrégulièrement réparties sur les bords des apophyses capricieuses qu'ils lancent dans les gneiss encaissants (Vaugneray, etc.).

D'ailleurs, M. Rosenbusch est-il sûr que les roches d'épanchement correspondent nécessairement en profondeur à des roches granitoïdes similaires ? L'exemple des grands centres volcaniques actuels est-il fait pour accréditer cette opinion ? Un grand nombre de volcans modernes ont projeté à l'origine des roches grenues acides (krablites, sanidinites), puis se sont mis à déverser des roches de plus en plus basiques. A des périodes de repos prolongé succèdent des projections cinéritiques de nouveau relativement acides, et il semble tout à fait prouvé que les filons qui servent de cheminée de sortie aux laves, viennent toucher sans

grand élargissement le magma fondu lui-même, qui s'enrichit en silice dès qu'une période d'épanchement s'est arrêtée.

Dès lors, si l'on pouvait faire une coupe idéale assez profonde dans un massif volcanique refroidi, on serait peut-être amené à voir l'inverse du phénomène prévu par M. Rosenbusch, et il n'y aurait rien d'impossible à trouver des filons basiques divergeant d'une masse granitoïde relativement acide.

Mais, en outre, il n'est rien moins que nécessaire de supposer qu'une roche granitoïde en massif intrusif a pour auréole des filons et surtout des épanchement similaires : l'inverse est plus probable : les épanchements et les filons supposent un appareil analogue aux centres volcaniques actuels dans lesquels les roches granitoïdes de profondeur ne paraissent pas se former normalement; car le bain fondu est directement en relation avec les fissures minces d'épanchement. Les massifs intrusifs profonds n'ont pas eu vraisemblablement d'évents, de bouches de sortie ; nous ne sommes pas éloigné de penser que l'ascension des magmas intrusifs est actuellement encore la cause des tremblements de terre et nous y voyons surtout une sorte de phénomène en vase clos, expliquant les actions intenses de dissolution, de pénétration et de métamorphisme qui l'accompagnent.

Dès lors, il nous est impossible de considérer comme naturels, les groupes proposés par M. Rosenbusch et nous ne voyons rien qui puisse justifier les extrêmes variations de structure et de composition minéralogique de quelques-uns d'entre eux.

Dans la comparaison des groupes porphyriques avec les familles granitoïdes, il faut donc tenir compte de tous les éléments minéralogiques et non pas seulement de ceux de première consolidation; c'est uniquement dans ce sens que l'on pourra dire que telle roche porphyrique est l'équivalent de telle autre granitoïde, c'est-à-dire que le magma de la première, soumis aux élaborations nécessaires, pourra reproduire la seconde. Les tableaux de la page 41, qui sont la reproduction presque littérale de ceux que nous avons proposés, M. Fouqué et moi, en 1879, dans notre Minéralogie micrographique, satisfont très simplement à cette nécessité.

On peut, dans un sens tout différent et beaucoup plus pratique,

chercher à constituer des groupes géologiques naturels, c'est-à-dire à réunir les différentes roches éruptives qui se présentent côte à côte dans une même région, dans un même faisceau de filons, en épanchements d'un même âge géologique.

Ce travail est relativement facile à opérer dans une région naturelle déterminée, et personnellement nous avons tenté de l'accomplir dans la partie Est du plateau central, en donnant d'ailleurs à chaque groupe le nom de la roche qui y domine ; nous avons ainsi distingué : les *orthophyres* du Culm qui comprennent quelques porphyrites et des microgranulites ; les *microgranulites* entre le Culm et le houiller supérieur ; les *porphyres pétrosiliceux* du houiller supérieur ; les *porphyrites micacées* et amphiboliques du houiller supérieur et du permien qui englobent des kersantites, des porphyrites augitiques et même des mélaphyres.

Mais, si l'on se transporte en Bretagne ou dans les Vosges, on constate bien vite que les groupes naturels ne se meuvent pas dans les mêmes limites de composition chimique : la moyenne des roches du Culm est plus basique dans les Vosges et les porphyrites à labrador de Belfahy et de Plancher-les-Mines ne peuvent être assimilées au type moyen des orthophyres du plateau central ou de Lugano.

D'autre part, si l'on considère le groupe si naturel des coulées interstratifiées dans les grès rouges des Vosges ou de l'Esterel, on se demande s'il n'est pas artificiel de séparer, au point de vue géologique, les porphyres pétrosiliceux les plus acides des mélaphyres les plus basiques.

Dans les séries volcaniques tertiaires, on constate avec précision des évolutions tout aussi étendues : les épanchements volcaniques du Mont Dore se sont presque tous succédés entre la faune inférieure (*Mastodon arvernensis*) et la faune supérieure (*Elephas meridionalis*) du pliocène de Perrier; durant ce laps de temps relativement si court, on voit surgir *au même point* toutes les roches d'épanchement possibles du rhyolite et du trachyte au basalte en passant par les phonolites et les andésites à haüyne.

Nous avons déjà signalé que les *lamprophyres* de M. Gümbel nous paraissaient un groupe éminemment naturel et d'ailleurs correspondant à nos porphyrites micacées et amphiboliques ; M. Rosen-

busch l'a disséminé dans les familles des syénites et des diorites et, en fait, il comprend également la plupart des roches porphyriques possibles, de la microgranulite au mélaphyre, et en outre quelques roches granitoïdes telles que la kersantite et la minette. Une partie des filons de lamprophyres est caractérisée par l'absence du feldspath parmi les cristaux de première consolidation; c'est le trait commun qui a frappé M. Rosenbusch, mais il est loin d'être général.

Si l'on se reporte à l'étude des bouches volcaniques encore actives, on constate des faits de même ordre. La composition chimique et par suite minéralogique des produits épanchés peut subir une évolution relativement rapide. L'étude magistrale de Santorin par M. Fouqué laisse hors de doute que cette évolution s'est parfois produite sous les yeux mêmes de l'homme.

Les groupes géologiques naturels comportent donc de telles variations de composition et, par suite, de structure, qu'il paraît difficile de chercher à s'appuyer sur leur étude pour baser une classification pétrographique rationnelle ; un pareil essai ne pourrait amener à des résultats satisfaisants que pour une région déterminée; il cesserait de s'appliquer fructueusement à une région différente.

Notre conclusion, déjà formulée plus haut, est qu'il faut baser la classification et la nomenclature des roches sur des faits indépendants de toute hypothèse, et de nature positive. La pétrographie moderne dispose de moyens suffisants pour atteindre ce but sans hésitation : on est d'accord sur les principales structures d'association des minéraux des roches ; on sait déterminer ces minéraux avec précision.

C'est donc *exclusivement* sur la structure d'association et sur la composition minéralogique que nous persisterons à nous appuyer pour classer et nommer une roche. Nous terminons en donnant ici la correspondance des roches granitoïdes et trachytoïdes ou porphyriques, d'après la classification que nous avons adoptée, M. Fouqué et moi.

14/5/9

NOMS ET SUBDIVISIONS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY		STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE M. ROSENBUSCH
	FAMILLE DES GRANITES			$\underline{q}$	
	I. — SÉRIE GRANITOÏDE Γ				
GRANITES[1]	granites[2] (Γα. q)	Γ	α	$\overline{H_2 P_{2.3} A_{2.3} M t_1}\ \underline{aq}$	granitites, amphibolgranites, diorites quartzifères.
	granulites (Γβ. q)	Γ	β	$\overline{M}\ a\ \underline{q\ m}$	granites.
	pegmatites (Γγ. q)	Γ	γ	id	aplites.
	II. — SÉRIE INTERMÉDIAIRE Γ ET Π				
MICROGRANITES[1]	microgranites et microgranulites (Παβ. q)	Γ et Π	α, β	$\overline{H_2 P_{2.3} A_{2.3} M t_1}\ \underline{aq}$ et $\overline{M}\ a\ \underline{q\ m}$	granitporphyres, syénitporphyres, microgranites, minettes, vogesites, orthophyres, kératophyres, diorites quartzifères, dioritporphyrites micacées quartzifères, augitdioritporphyrites, suldénites, porphyrites microfelsitiques, diabasporphyrites, névadites, liparites, dacites holocristallines, andésites

	...osiliceux. . . . . . . (Ππ. q)	Π	π	id.	porphyrites propylitiques et microfelsitiques, suldénites.
2° *Néovolcanique.* RHYOLITES ET DACITES[3]. .	globulaires. . . . . (Π φ. q)	Π	φ	$\overline{H^2 P_{2.3} A_{2.3} M t_1 \underline{a q}}$	» »
	pétrosiliceuses. . . . . . (Π π. q)	Π	π	id.	névadites, liparites, felsodacites, andésites felsodacitiques.
	FAMILLE DES SYÉNITES $\underline{a}$				
	I. — Γ				
SYÉNITES	minettes. . . . . (Γ δ. **M a**)	Γ	δ	$\overline{P_2 A_2 M t_1 \underline{a}}$	micasyénites. minettes.
	syénites. . . . . (Γ δ. **A a**)	Γ	δ	$\overline{P_2 A_2 M t_1 \underline{a}}$	syénites. vogésites.
	III. — Π				
1° *R. paléovolcaniques.* ORTHOPHYRES.	orthophyres proprement dits . . . . (Π μ. **a**)	Π	μ	$\overline{P_2 A_2 M t_1 \underline{a_1}}$	orthophyres, kératophyres, dioritporphyrites, ortlérites.
	orthophyres micacés, amphiboliques	Π	μ, ν	$\overline{F_{1.5} P_2 \underline{A_3} M t_1 a_1}$	minettes, vogésites, rhombenporphyres.
	augitiques. . . . . (Π μ. **P A M a**)	Π	μ	$\overline{F_{1.5} (\pm O) \underline{P_2 A_3 M t_1 a_1}}$	

[1] Avec le qualificatif *andésitique* quand le feldspath plagioclase domine.
[2] Granite à *amphibole*, à *pyroxène*, etc.
[3] L'orthose domine dans les rhyolites, l'oligoclase dans les dacites.

NOMS ET SUBDIVISIONS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY		STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE M. ROSENBUSCH
FAMILLE DES SYÉNITES (*Suite*).					
2° *R. néovolcaniques.* TRACHYTES.	trachytes (*rarement micacés ou amphiboliques*) . . . (Π μ. **a**)	Π	μ	$\overline{H_2 P_2 \mathbf{A} \mathbf{M} \mathbf{t}_{1.2} \underline{\mathbf{a}}}$ $\overline{\mathbf{P}_4 \mathbf{A}_3 M q\, \mathbf{t}_{1.2} \underline{\mathbf{a}_1}}$	trachytes orthophyriques et trachytiques. dacites andésitiques.
	trachytes augitiques . . . (Π μ. **P a**)	Π	μ	$(\pm O)\, \mathbf{H}_2 \overline{\mathbf{P}_4 A_8 M \mathbf{t}_2 \mathbf{a}_1}$	trachytes andésitiques à hypersthène, augittrachytes.
FAMILLE DES KERSANTITES, DIORITES, DIABASES ET GABBROS ANDÉSITIQUES $\underline{\mathbf{t}_1}$					
I. — Γ					
KERSANTITES.	(Γ δ. **M t**$_1$).	Γ	δ	$\overline{P_2 A_2 \mathbf{M} \mathbf{t}_2 \underline{\mathbf{t}_1}}$	diorites micacées. kersantites.
DIORITES, DIABASES ET GABBROS GRENUS ANDÉSITIQUES.	diorites andésitiques . . . (Γ δ. **A t**$_1$)	Γ	δ	$\overline{P_{2.3} \mathbf{A}_2 M \mathbf{t}_2 \underline{\mathbf{t}_1}}$	diorites.
	diabases andésitiques. . . (Γ δ. **P t**$_1$)	Γ	δ	$(\pm O)\, \overline{P_2 A_3 M \mathbf{P}_4 \mathbf{t}_2 \underline{\mathbf{t}_1} \pm \mathbf{a}_1}$	augitsyénites, diorites. augitdiorites, diabases.
	gabbros andésitiques. . . (Γ δ. **P**$_3$ **t**$_1$)	Γ	δ	$\overline{(\pm O)\, H_2 A_3 M \mathbf{P}_3 \mathbf{t}_2 \underline{\mathbf{t}_1}}$	gabbros.
II. — Γ ET Π					
DIORITES, DIABASES ET GABBROS ANDÉSITIQUES.	(Γ ω. **A P t**.)	Γ	\		

SITIQUES.	(Π μ. $\mathbf{M A t_1}$)				
	augitiques. . . . . (Π μ. $\mathbf{P t_1}$)	Π	μ	$(\pm O)\,\mathbf{P_2 A_3 M t_{1.2}}$	kersantites, camptonites.
				$(\pm O)\,\mathbf{M H_2 A_2 P_{2.4} t_{1.2}}$	augitporphyrites et porphyrites à enstatite.
2° *R. néovolcaniques.* ANDÉSITES.	andésites (*rarement micacées, amphiboliques*). . . (Π μ. $\mathbf{t_1}$)	Π	μ	$(\pm \mathbf{H_2})\,\mathbf{P_2 A_3 M t_2} (\pm \mathbf{a})(\pm \mathbf{q})\,\mathbf{t_1}$	dacites andésitiques, andésites et hypersthen-andésites.
	andésites angitiques . . . (Π μ. $\mathbf{P t_1}$)	Π	μ	$(\pm O)\,(\pm \mathbf{H_2})\,\mathbf{A_3 P_4 t_2 t_1}$	augit et hypersthen-andésites.

FAMILLE DES DIORITES, DIABASES, GABBROS ET NORITES LABRADORIQUES ET ANORTHIQUES $\mathbf{t_{2.3}}$

I. — Γ

DIORITES, DIABASES, GABBROS ET NORITES LABRADORIQUES ET ANORTHIQUES GRENUES. . .	diorites . . . . (Γ δ. $\mathbf{A t_2}$)	Γ	δ	$P_{2.3}\,\mathbf{A_2}\,M\,\mathbf{t_{2.3}}$	diorites.
	diabases. . . . . (Γ δ. $\mathbf{P t_2}$)	Γ	δ	$(\pm O)\,P_2 A_2 M \mathbf{P_4 t_{2.3}}$	diorites, augitdiorites, diabases, basaltes, hypidiomorphes grenus.
	gabbros. . . . . (Γ δ. $\mathbf{P_3 t_2}$)	Γ	δ	$(\pm 0)\,H_2 A_3 M \mathbf{P_3 t_{2.3}}$	gabbros.
	norites . . . . (Γ δ. $\mathbf{H t_2}$	Γ	δ	$(\pm 0)\,\mathbf{t_3 (P_3 H_1) H_2 M t_{2.3}}$	norites.

II. — Γ ET Π

DIORITES, DIABASES ET GABBROS OPHITIQUES . .	(Γ ω. $\mathbf{A P t_2}$)	Γ	ω	$(\pm 0)\,\mathbf{H_2 P_2 t_{2.3} P_{3.4} M A_{2.3}}$	diorites, augitdiorites, diabases, gabbros, tholeïtes et palatinites, diabasporphyrites, basaltes interstitiels.
PORPHYRITES, MÉLAPHYRES, LABRADORITES ET BASALTES OPHITIQUES. .	(Π ω. $\mathbf{A P t_2}$)	Π			

NOMS ET SUBDIVISIONS DE MM. FOUQUÉ ET MICHEL LÉVY		STRUCTURES		FORMULES	NOMS DE M. ROSENBUSCH
FAMILLE DES DIORITES, DIABASES, GABBROS ET NORITES LABRADORIQUES ET ANORTHIQUES (*Suite*).					
		III. — Π			
1° *R. paléovolcaniques.*					
PORPHYRITES LABRADORIQUES AUGITIQUES. . .	(Π μ. **P t$_2$**)	Π	μ	$\overline{MH_2A_2\underline{P_{2.1}t_{2.3}}}$	augitporphyrites (spilites, augitporphyrites, weisselbergites).
MÉLAPHYRES.	(Π μ. **O t$_2$**)	Π	μ	O et id.	mélaphyres (id.).
2° *R. néovolcaniques.*					
LABRADORITES.	(augitiques) . . . . (Π μ. **P t$_2$**	Π	μ	$\overline{A_2MH_{2.3}P_2\underline{P_1t_{2.3}}}$	basaltes porphyriques.
BASALTES.	. . . . (Π μ. **O t$_2$**)	Π	μ	O et id.	
FAMILLE DE LA SYÉNITE ÉLÉOLITIQUE $\underline{\mathbf{lns-a}}$					
		I. — Γ			
DITROÏTES.	(Γ δ. **M n a**)	Γ	δ	$\overline{MA_2s_1\underline{nt_1a_1}}$	syénites éléolitiques.
SYÉNITES ÉLÉOLITIQUES. .	(Γ δ. **P n a**)	Γ	δ	$\overline{OMP_2A_2\underline{P_1s_1nt_1a}}$	augitsyénites.
		III. — Π			
1° *R. paléovolcaniques.*					
ORTHOPHYRES A LIÉBÉNÉRITE ET A GIESECKITE. .	(Π μ. **n a**).	Π	μ	$\overline{AMn\underline{a_1}}$	éléolitsyénitporphyres.
2° *R. néovolcaniques.*					

			I. — Γ		
TESCHÉNITES	(Γ δ. **snt**)	Γ	δ	**PA*M*snt**	théralites.
			III. — Π		
2° *R. néovolcaniques.*					
TÉPHRITES	téphrites (Π μ. **nt**)	Π	μ, δ	$(\pm 0)\, M A_3 P_4 n t_{3\text{-}4}$	téphrites et basanites.
	téphrites à haüyne (Π μ. **st**)	Π	μ	$(\pm 0)\, A_3 P_4 s_2 t_{2\text{-}3} P_4 t_1$	andésites à haüyne.
	leucotéphrites (Π μ. **lt**)	Π	μ, δ	$(\pm 0)\, M A_3 P_4 l t_{3\text{-}4}$	leucotéphrites et leucobasanites.
			FAMILLE DES LEUCITITES, NÉPHÉLINITES, MÉLILITES **lnh**		
			III. — Π		
2° *R. néovolcaniques.*					
LEUCITITES	(Π μ. **l**)	Π	μ, δ	$(\pm 0)\, M A_3 P_4 s_2 l$	leucitites et leucitbasaltes.
NÉPHÉLINITES	(Π μ. **n**)	Π	μ, δ	$(\pm 0)\, M A_3 P_4 s_2 n$	néphélinites et néphélinbasaltes.
BASALTES A MÉLILITE	(Π μ. **h**)	Π	μ, δ	$0\, M P_4 s_2 h n$	mélilitbasaltes.
			FAMILLE DES LHERZOLITES **0**		
			I. — Γ		
LHERZOLITES	(Γ δ. **0**)	Γ (un seul temps).		$F_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}9}\, 0\, (\pm t_3)(P_3 H_1 P_4 H_2 A_3 M$	péridotites, paléopicrites et kimberlites.
			III. — Π		
2° *R. néovolcaniques.*					
AUGITITES	(Π μ. **P**)	Π	μ	$F A_3 P_4$	augitites.
LIMBURGITES	(Π μ. **0P**)	Π	μ	$F\, 0\, A_3 P_4$	limburgites et picritporphyrites.

TABLE DES MATIÈRES

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

